جامعة القاهرة
كلية الزراعة
قسم المحاصيل

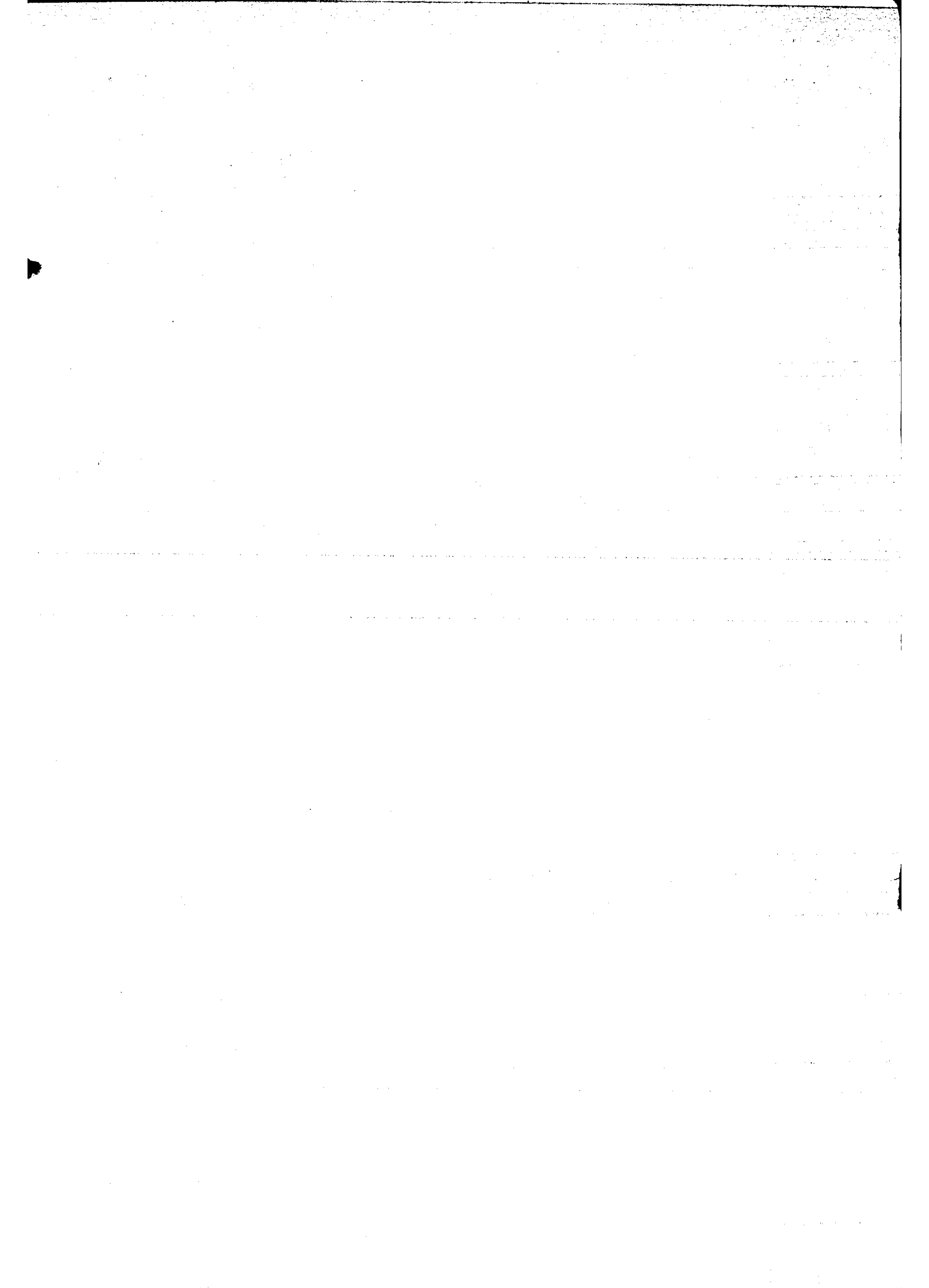
تربية
محاصيل مقاومة للآفات

اعداد

د. احمد مدحت محمد الجابر
أستاذ المحاصيل المساعد

د. درويش صالح درويش
مدرس المحاصيل

-١٩٩١-



بسم الله الرحمن الرحيم

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم

صدق الله العظيم

تقديم

يجابه منتج المحاصيل العديد من مشاكل الآفات التى يتعرض لها كل محصول مثل الأمراض والحشرات . وتحدث الأمراض نتيجة الاصابة بالفطريات المتطفلة أو البكتريا أو الفيروس أو النيماتودا أو حتى نتيجة النباتات الزهرية المتطفلة التى تنمو أو تتكاثر على عوائلها . كما تحدث الأضرار للنباتات أيضا عن طريق تغذية وتكاثر الآفات الحشرية المختلفة.

وتؤدى التربية لمقاومة الأمراض والحشرات أعلى كفاءة لها عندما يتعاون مربوا المحاصيل مع اخصائى الانتاج والوراثة والأمراض والحشرات والنيماتودا فى نفس برنامج التحسين . وتمثل دراسة وراثة وبيولوجية التفاعلات بين النبات والآفة وتطبيق هذه المعرفة بهدف تربية أصناف محاصيل مقاومة للآفة أحد التحديات الصعبة فى يومنا المعاصر . وتعتبر التربية الطريقة الأكثر استخداما والأكثر فعالية فى مقاومة الأمراض النباتية ويعتمد جزء كبير من الانتاج العالمى للغذاء والألياف على زراعة محاصيل مقاومة للأمراض . وبسبب الاستعمال الواسع للمبيدات الحشرية فان التربية لمقاومة الحشرات احتلت المقام الثانى بعد المقاومة للأمراض وهناك تقدم سريع فى الوقت الحاضر لتوسيع مدى الأنواع الحشرية التى يخصص لها برامج تربية محاصيل .

وللأسباب السابقة نقدم هذا الجهد المتواضع لخدمة طلابنا لعله يعينهم على أن يضعوا أقدامهم على بداية الطريق لتحسين أصناف المحاصيل من ناحية مقاومتها للأمراض والحشرات والآفات المختلفة ، والله من وراء القصد وهو خير المعين .

المؤلفون

المحتويـــات

رقم الصفحة

تربية محاصيل مقاومة للآفات ١

تربية محاصيل مقاومة للأمراض ٥

ميكانيكية العدوى ٦

طبيعة المقاومة فى العائل ١٣

أنظمة التباين فى الكائنات المسببة للأمراض ٢٣

- الطبيعة المندلية للعلاقة بين العائل والباثوجين . ٢٣

- دورات الحياة فى الفطر ٢٦

- أنظمة التزاوج فى الفطر ٢٩

التباينات فى المقدرة الباثوجينية ٣٢

- التخصص الفسيولوجى ٣٢

- وراثة الباثوجينية فى الفطر ٣٦

- الأنظمة الوراثية فى الكائنات الدقيقة ٣٩

- خلط النوى ٤٠

- بدائل الجنس فى الفطر ٤٣

- التباين السيتوبلازمى ٤٥

- أقلمة الكائنات الدقيقة للبيئة ٤٦

تباينات العائل فى التأثر بالمرض ٥٠

- وراثة المقاومة ٥١

- تقسيم التأثر بالمرض ٥٢

- دراسات المقاومة باستعمال سلالات فسيولوجية معروفة ٥٥

- تحديد الجينات الفردية للمقاومة ٥٧

وراثة التفاعل بين العائل والباثوجين ٦٠

- التكامل بين جينات المقاومة والباثوجينية ٦٢

- الأساس الوراثى للعوائل الكشافة ٦٦

نشوء العلاقة الوراثية الخاصة بالمقاومة للعائل والطفيل .. ٧١

رقم الصفحة

المقاومة فى العائل ٧٢

- تأثير المقاومة المتخصصة وغير المتخصصة على تقدم الوباء ٧٢

- التفسير الوراثى لطرز المقاومة ٧٣

- انتشار الأصناف ذات المقاومة المتخصصة ٧٤

- المقاومة المتخصصة والانتخاب لتوازن الباثوجين ... ٧٥

- الأصناف المتعددة السلالات ٧٦

- علاقة مقدرة الاصابة بمدى شدتها ٧٨

- استخدام المقاومة فى نبات العائل ٧٩

التربية لمقاومة الحشائش المتطفلة ٨١

- الهالوك ٨١

- العدار ٨٩

- الحامول ٩١

تربية النباتات المقاومة للحشرات ٩٣

- طرز المقاومة للآفات ٩٤

- بعض الاعتبارات لبرامج التربية لمقاومة الحشرات ... ٩٧

التربية المقاومة للنيماتودا ٩٩

تربية النباتات المقاومة للأمراض البكتيرية ١٠٣

تربية النباتات المقاومة للأمراض الفيروسية ١٠٨

استخدام الطرق الحديثة فى تربية المحاصيل المقاومة ١١٤

- الطرق التقليدية ١١٤

- التقنيات الحديثة فى التربية ١١٥

- أولا : طرق نقل الجين ١١٦

- ثانيا : طرق زراعة الخلايا / الانسجة ١١٨

" تربية محاصيل مقاومة للآفـــات "

Breeding Crops For Pest Resistance

د. احمد مدحت النجــار

ان أهم أسباب تدهور انتاجية المحاصيل هى العوامل الجوية والأمــراض والحشرات والحشائش وان أثر كل من هذه العوامل بالنسبة للآخر يختلف مــن عام الى آخر ومن منطقة الى اخرى فتسبب الأمراض والحشرات خسائر فادحـــة للزراع نتيجة انخفاض كمية المحصول الناتج وجودته فضلا عن أنها تؤدى الـى تذبذب دخولهم السنوية نتيجة التفاوت فى شدة الاصابة من عام لآخر ممايؤدى الى عدم ثبات واستقرار احوال المزارع.

ويقدر المتخصصين فى الآفات الحشرية والمرضية فى مصر الخسارة التـى تلحق بمحاصيل الحقل من الأمراض والحشرات بمئات الملايين من الجنيهـــات وعلى المستوى العالمى قدرت الخسائر نتيجة الاصابة بالأمراض والحشــرات والحشائش بحوالى ٣٥ ٪ من انتاج الحبوب ، ٤٥ ٪ من انتاج قصب السكــر ، ٢٩ ٪ من انتاج الفاكهة والخضر ، ٣٢ ٪ من انتاج المحاصيل الزيتية والألياف وقيمة هذه الخسائر حوالى ٢٠٠ بليون دولار لعام ١٩٧٨ .

ونظرا لخطورة الآفات المرضية والحشرية فقد عملت أبحاث عديدة الغـرض منها التقليل من أضرارها بقدر الامكان ولقد أثمرت هذه البحوث عن العديـد من الطرق يمكن باتباعها أو اتباع بعضها التخلص من أضرار تلك الآفات ويمكن تلخيص هذه الطرق فيما يأتى :-

١- <u>الطرق غير المباشرة أو الوقائية</u> :-

وتشمل الطرق التى تتبع لمنع دخول المرض أو الحشرة وانتشارها واتباع الوسائل الزراعية السليمة لتشجيع النبات على مقاومة الآفة أو الهروب منها أو لجعل البيئة غير ملائمة لنمو وانتشار الآفة مثل الحجر الزراعى والـذى يتبع لمنع دخول أى محاصيل زراعية أو مواد غذائية تحمل آفات غير موجـودة بالدولة وسن القوانين بقصد الوقاية والحد من انتشار الآفات وابادة العوائل المتبادلة وقلع النباتات المصابة واعدامها وكذلك المتطفلة كالهالـــوك واتباع الدورة الزراعية المناسبة لتشجيع النبات على النمو الجيد فتقاوم

الآفة أو تهرب من الاصابة وكذلك زراعة المحصول القابل للاصابة بآفة فى منطقة خالية منه مثل زراعة صنف قمح قابل للاصابة بصدأ الساق الأسود فى مصر العليا حيث لاينتشر المرض فيها أو زراعة الذرة الشامية فى المنطقة حيث لاتوجد الثاقبات أو مرض العفن بها.

ويعتبر من ضمن الوسائل الزراعية السليمة والتى قد توضع أحيانا تحت عنوان " التدابير الزراعية الصحية Farm Hygeine أن يمتنع المزارع عن تسميد أرضه بالأسمدة البلدية الملوثة المحتوية على جراثيم بعض الأمراض أو على بقايا محاصيل غير متحللة تعيش عليها الحشرات وكذلك عدم نقل أتربة من حقل معروف باصابته بمرض الى حقل سليم بالاضافة الى استعمال تقاوى خالية من الأمراض.

٢- <u>الطرق المباشرة أو العلاجية</u> :

وتعتمد هذه الطرق فى مقاومة الآفات على اتباع وسيلة أو أكثر من الوسائل التالية :-

١) المقاومة الميكانيكية وتشمل النقاوة باليد أو الحرث أو عمل الحواجز ... الخ.

٢) المقاومة الحيوية (البيولوجية) وتشمل استخدام الكائنات الحية فى المقاومة مثل المتطفلات والمفترسات التى تتطفل على الآفة التى تسبب ضررا للنبات.

٣) المقاومة الكيماوية بواسطة استعمال المواد الكيماوية التى تقضى على الآفة المنتشرة مثل :

أ- المبيدات الفطرية Fungicides

ب - المبيدات الحشرية Insecticides

جـ - المبيدات البكتيرية Bactericides

د - المبيدات النيماتودية Nematicides.

٣- زراعة الأصناف المقاومة أو شديدة التحمل

تعتبر زراعة الأصناف المستنبطة بواسطة مربوا النباتات والتي يكون لها القدرة على مقاومة الأمراض والحشرات المنتشرة بالمنطقة من أحسن الطرق التي اثبتت الابحاث المشتركة لعلماء المحاصيل وامراض النبات والحشرات صلاحيتها ويرجع تفوق هذه الطريقة للاسباب التالية :-

١) نجحت الطريقة في مقاومة الكثير من الآفات التي تعذر على معظم الوسائل الاخرى مقاومتها خاصة أمراض الاصداء في القمح والشعير والفول والكتان واللفحة في الأرز والتفحم السائب والمغطى في الشعير وكذلك في مقاومة الكثير من الأمراض التي تعيش مسبباتها في التربة كالذبول الذي يصيب القطن والكتان والبطيخ ومرض عفن الجذور والساق في الذرة الشامية

٢) تعتبر زراعة الأصناف المقاومة من محاصيل الحقل بأنها آخف الأساليب ايلاما للمزارع Painless Method لأنه في الطرق التي تستعمل فيها مبيدات حشرية وفطرية يتكلف الفلاح ثمن المبيد وتكاليف الرش في حين أن زراعة الأصناف المقاومة لاتتكلف سوى نفقات استنباط الصنف وهي في الواقع زهيدة ولايدفعها المزارع مباشرة بل انه يشترى تقاوى الأصناف المقاومة بنفس أسعار التقاوى الأخرى تقريبا .. ولاشك أن تخفيض تكاليف مقاومة الفطريات أو الحشرات قد يمثل الحد بين المكسب والخسارة وهناك أمثلة كثيرة في مصر على ذلك .

٣) مقاومة الصنف المستنبط مقاومة ثابتة خلال الموسم وفي كل موسم لأن المقاومة صفة وراثية يحملها النبات ويؤدى هذا الثبات الى ثبات واستقرار دخل المزارع .

٤) ثبت أن استعمال المبيدات يحدث تطورا في الحشرات بحيث تظهر سلالات أو طرز بيولوجية Biotypes جديدة من الحشرات عندها القدرة على تحمل Tolerate المبيد الحشرى (Maxwell & Jenkins , 1962)

ولقد جعلت هذه العوامل للأصناف المقاومة ميزات على المقاومة بالمبيدات

الكيماوية ، هذا الى جانب بعض العوامل الأخرى التى نلخصها فيما يلى نقلا عن Painter, 1951 :-

أ- ارتفاع تكاليف المقاومة بالمبيدات لانها قد تحتاج الى تكرار العلاج اكثر من مرة فى الموسم فضلا عن ضرورة تكرارها فى كل مرة يزرع فيها المحصول .

ب - لم ينجح العلاج بالكيماويات فى الحالات التى تكون فيها المساحة المنزرعة بمحصول ما كبيرة وحد الربح صغيرا لايغطى نفقات العلاج وكذلك فى المناطق التى تكون فيها الملكيات الفردية صغيرة لاتساعد على الاستعمال الاقتصادى للمبيدات الكيماوية فى الوقت الذى يكون فيه المزارعون على غير دراية بالمعلومات الفنية عن المقاومة أو استعمال وصيانة أجهزة المقاومة كالرشاشات والعفارات .

جـ - قد يؤدى عدم توافر الظروف الجوية الملائمة أو تعطل آلات المقاومة الى منع مكافحة الآفات فى الوقت المناسب .

د - قد يكون لبعض الكيماويات أثر ضار على المحصول فينخفض محصوله أو تقل جودته.

هـ - ثبت أن التوسع فى استعمال الكيماويات يؤدى الى قتل بعض الكائنات الدقيقة المفيدة فى التربة أو قتل الحشرات النافعة أو الأسماك أو تسمم الانسان والحيوان فضلا عن قلب التوازن الطبيعى بين الحشرات فى البيئة بحيث تنتشر حشرات لم تكن تعتبر آفات من قبل نتيجة قتل أعدائها الطبيعية .

ونظرا لفداحة الخسائر التى تسببها الأمراض والحشرات ولما تسببه المقاومة الكيماوية الى تلوث فى البيئة وماثبت من مميزات استعمال الأصناف المقاومة فقد أصبح موضوع استنباط الأصناف المقاومة من أهم الموضوعات التى يجب على مربى النباتات أن يوليها عنايته.

تربية محاصيل مقاومة للأمراض
Breeding Crops for Disease Resistance

د. احمد مدحت النجـــار

تعتبر تربية الأصناف المقاومة للأمراض من أخصب الحقول التى أثبت مربوا النباتات نجاحهم فيها خلال الاعوام الماضية بالرغم من ان برامج التربية المنظمة خصيصا لاستنباط أصناف مقاومة لم تبدأ الا فى أوائل القرن التاسع عشر بعد اكتشاف قوانين مندل . ولو ان هذا لايمنع من ان الطبيعة والانتخاب الطبيعى قد قاموا بدور فعال فى هذا الشأن منذ بدء الخليقة كما لايمنع من القول أيضا بان الزراع قد مارسوا الانتخاب الصناعى عن طريق استبعاد النباتات أو الحبوب أو الكيزان المصابة ولم يستعملوها كتقاوى ودليل على ذلك أن معظم الأصناف المحلية القديمة كانت ولاتزال تحمل قدرا كبيرا من القدرة على مقاومة الأمراض ولقد كان لتعاون مربوا النباتات وعلماء الوراثة وامراض النبات فى هذا الموضوع اثر كبير أثمر الكثير من الاصناف التى جمعت بين المقاومة لمرض او اكثر والصفات الزراعية الممتازة لان انتاج اصناف مقاومة فقط دون ان تكون على درجة عالية من الجودة يصبح أمرا عديم القيمة من الناحية الزراعية ومن الامثلة الواضحة على مدى نجاح هذا التعاون هو انتاج اصناف القطن والبطيخ (١٩٠٠) Orton والكتان (١٩٠١) Bolley المقاومة لمرض الذبول وكذلك أصناف القمح والشعيروالكتان المقاومة للاصداء واصناف القمح والشعير والذرة الرفيعة المقاومة لبعض أمراض التفحم وبعض اصناف القصب المقاومة للعفن الاحمر والفيرس وغيرها من الأمثلة التى يضيق المجال عن حصرها ولاتختلف الأسس والسبل المستعملة فى تربية النباتات المقاومة عن تلك المستعملة فى التربية لاى صفة أخرى من صفات المحصول اذ يستعمل فيها المربى طرق الانتخاب والتهجين تحت ظروف ينتشر فيها المرض طبيعيا أو صناعيا عن طريق العدوى الصناعية وينحصر الفرق أساسا فى ان المربى حينما يربى للمقاومة للأمراض فانه يجب عند تصميم البرنامج أن يدرس العوامل التالية :-

١) ميكانيكية العدوى Mechanism of Infection

٢) طبيعة المقاومة للمرض Nature of Disease Resistance

٣) الصفات الوراثية للنبات العائل Plant host والصفات الوراثية للكائن المسبب للمرض Pathogen

٤) وراثة التفاعل بين العائل والكائن المسبب للمرض
Genetics of Host-Pathogen Interaction

هذا بجانب تأثير البيئة على التفاعل بين العائل والكائن المسبب للمرض ، ولايمكن الفصل تماما بين كل من هذه العوامل وذلك نظرا لان المحاصيل الاقتصادية ومسببات الأمراض تعيش مع بعضها جنبا الى جنب وتتنافس على مقومات حياتها كالماء والعناصر الغذائية والضوء .. الخ وسوف نناقش كل من هذه الموضوعات على حدة .

ميكانيكية العدوى

Mechanism of infection

لكى ينجح الفطر فى ايجاد علاقة راسخة مع العائل لابد وأن يمر على عدة مراحل وهى :

١) طور ماقبل الاختراق : ويختص بانبات ونمو الجراثيم تحت الظروف المناسبة
٢) طور الاختراق : ويختص بعملية اختراق سطح العائل لكى يصل الطفيل الى داخل الانسجة أى ماتحت الكيوتيكل .
٣) طور مابعد الاختراق : ويختص بامتداد الاصابة واستعمار الفطر للعائل وظهور الامراض .

أولا : طور ماقبل الاختراق Pre-penetration

مجرد وجود طفيل فوق سطح النبات لايعنى ضرورة حدوث العدوى بل يجب توفر عوامل بيئية خارجية تساعد الطفيل على الانبات والنمو حيث يصيب العائل وأهم العوامل التى تؤثر فى طور ماقبل الاختراق هى :-

أ- عوامل تساعد على انتشار الجراثيم الهوائية ونقلها من نبات مصاب الى آخر سليم اما بواسطة الرياح أو المياه او الحشرات او الحيوانات .. الخ من الوسائل التى تتحدد بواسطة العوامل البيئية .

ب- عوامل تؤثر على انبات ونمو الجراثيم الهوائية فلكى تتم عمليـــة الاختراق لابد من توافر جملة الظروف البيئية الخارجية التى تساعـــد على انبات الجرثومة ولاتنجح الاصابة اذا كان هناك عامل ولو واحد غير ملائم لانبات هذه الجرثومة . وهذه العوامل التى يظهر مفعولها قبـــل عملية الاختراق قد تسبب هروب العائل من المرض اذا كانت غير ملائمة اكثر مما تحدثه مقاومة النبات الأصلية وأهمها هى :-

١) الرطوبة : تعتبر الرطوبة أهم عامل تتوقف عليه عملية انبات الجراثيم وهى فى الطبيعة على هيئة مطر أو ندى أو ضباب وهناك بعض فطريـــات تنمو فى جو مشبع بالرطوبة (٩٠ - ١٠٠ ٪) فى حالة عدم وجود ماء حر على سطح النبات ولابد أن تستمر حالة الرطوبة مدة كافية للانبات حتـى لاتتعرض أنبوبة الانبات للجفاف .

٢) الحرارة الخارجية : أهميتها أقل بكثير من أهمية الرطوبة ولكنها فـى بعض الحالات قد تعطل أو تساعد على انجاح هذا الطور خاصة اذا ماعلمنا أن لكل فطر درجة حرارة عظمى ومثلى ودنيا يمكن أن يحدث عندها انبات ونمو الجرثومة ويمكن تلخيص تأثير الحرارة فى أنها تؤثر على نسبـــة الانبات وسرعته وعلى مقدار استطالة الانبوبة الجرثومية .

٣) الضوء : يتفاوت تأثير ضوء النهار على انبات ونمو الجراثيم وهنـــاك بعض الفطريات التى تنبت وتنمو فى الضوء والظلام بدرجة واحدة وقد وجد ان الضوء يحد من الانبات ونمو الجراثيم اليوريدية للفطر المسبب لصدأ الساق الأسود فى القمح وان هذه الجراثيم تنبت بغزارة وبسرعة فى حالة الظلام وعلى العكس من ذلك فان ضوء النهار يساعد على انبات جراثيـــم التفحم الخاصة بمرض الخميرة فى الشعير .

٤) حموضة الوسط pH : تميل درجة حموضة قطرة الماء التى يوجد فيها الطفيل على سطح النبات الى الناحية القلوية الخفيفة ولكل فطر درجة حموضة قصوى ومثلى ودنيا .

٥) عوامل أخرى تختص بالفطر والنبات :

أ- حيوية جراثيم الفطر : حيوية الجراثيم وقابليتها للانبات حالة وراثية فى حد ذاتها فبعض الجراثيم لاتنبت فى الماء النقى والبعض الآخر ينبت لذلك فان مجال الاصابة التى تحدثها بعض الفطريات يعتمد على مقدار وجود مواد غذائية فى الوسط المحيط بها لتعينها على الانبات والنمو والاختراق وفى حالة عدم وجود هذه المواد لاتنبت الجراثيم ولاتحدث الاصابة .

ب- تسرب بعض المواد من سطح العائل : وجد أن تصاعد أو تسرب بعض المواد من سطح النبات فى قطرة الماء (الموجودة على هذا السطح والتى تكمن وسطها جراثيم الطفيل) تؤثر على الانبات فوجد أن زيادة المواد المتصاعدة من العائل كان مصحوبا فى كثير من الحالات بزيادة فى مقدرة قطرة الماء على مساعدة انبات جراثيم بعض الفطريات ومع ذلك ففى بعض الحالات الاخرى لاتؤثر هذه المواد على انبات الجراثيم وقد يكون تأثيرها مثبط فى بعض الحالات .

جـ- التضاد : وجود طفيلين مختلفين فى مكان اصابة واحد يؤثر على مقدار الاصابة التى يحدثها احد الفطرين فان وجود طفيل اجبارى واخر اختيارى مع بعضهما او طفيلين اختياريين فى نفس مكان الاصابة يقلل من كمية الاصابة .

ثانيا : طور الاختراق Penetration

لكى تحدث الاصابة ويدخل الطفيل داخل النبات لابد وأن يمر على جملة عوارض خارجية خاصة بسطح النبات كالكيوتيكل والخلايا الفلينية لقلف الاشجار وماماثل ذلك وهناك ثلاث طرق يستطيع بواسطتها الطفيل ان يتم عملية الاختراق

لكى يصل الى داخل العائل وهذه الطرق هى :-

١) الاختراق المباشر : وهى الطريقة العامة لمعظم الكائنات الطفيلية فاثناء نمو الجرثومة وتكوينها انبوبة الانبات تصبح فى حالة التصاق تـــام بالسطح الكيوتيكيلى للبشرة ويتكون فى بعض الحالات مادة غروية لزجـه حول الطبقة الخارجية لجدار انبوبة الانبات وفى اغلب الحالات تتضخـم نهاية طرف انبوبة الانبات وتكون شكل يعرف بالـ Appressorium ويثبت هذا الجزء تماما نفسه بسطح النبات وفى نفس الوقت ينمو مـن وسط هذا الجسم المتضخم فى الجهة المقابلة لسطح النبات أنبوبـة اسطوانية دقيقة جدا تعرف باسم انبوبة الاختراق Infection Peg وهى تدفع نفسها ميكانيكيا داخل الخلية خلال الكيوتيكل وجدار البشره الخارجية ، وفى داخل الخلية وفى لحظة دخولها تكبر هذه الأنبوبـة وتستعيد حجمها الأصلى مثل أنبوبة الانبات وتكون مايعرف بالهيفـا ويندفع اليها البروتوبلازم الموجود فى الجرثومة وفى حالة الفطريـات التى تعيش فقط فى الخلايا البينيه فان عملية الاختراق تأخذ مكانهـا بين جدر خلايا البشرة وتتجه أنبوبة الاختراق بين الخلايا وفى بعـض الأحيان تتفرع نهاية أنبوبة الانبات وتكون مجموعة من الاجسام المنتفخة Appressoriums تشبه فى مجموعها الصوابع وكل منها يخترق سطـح العائل ويعتقد أن عملية اختراق الكيوتيكل وجدر خلايا البشرة الخارجية تتم بواسطة الانزيمات التى تفرزها انابيب الانبات وان هذه الانزيمـات تحلل الجدر لتنمو أنبوبة الاختراق وهناك اعتقاد آخر انه لاتوجد انزيمات يمكنها اذابة الكيوتيكل ولكن عملية الاختراق هى نتيجة ضغط ميكانيكى ينشأ كما سبق ذكره فى أنبوبة الاختراق .

ب) الفتحات الطبيعية : تدخل بعض الفطريات داخل العائل خلال الفتحـات الطبيعية مثل الثغور والمسام الهوائية وهى من الطرق الشائعة لدخول بعض الفطريات الخاصة بالاصداء وغيرها مثال ذلك الجراثيم اليوريديـه

لفطر Puccinia graminis tritici فعندما تصل الجرثومة فوق سطح النبات وتصل انبوبة الانبات للثغر فانها تكبر فى الحجم وتكون الـــ Appressorium وهذه بدورها تغطى فتحة الثغر كلية ومن جزئهـــا السفلى المقابل لفتحة الثغر تنمو أنبوبة اسطوانية دقيقة تمر خـــلال فتحة الثغر الى الغرفة الهوائية وداخلها تكبر الأنبوبة فى الحجم وتكون جسم يشبه الحويصلة أو المثانة ويندفع البروتوبلازم من الـ Appressorium خلال الأنبوبة الاسطوانية الدقيقة الى داخل الخلايا فى الكيس المتكـــون وبعد ذلك تنفصل أنبوبة الانبات والجرثومة عن الجسم الداخلى للفطـــر. ومن الجسم الداخلى تنمو هيفات دقيقة تتفرع وتنتشر داخل أنسجة العائل فى المسافات البينية مرسلة ممصات داخل الخلايا .

ج) الجروح : تحدث هذه الجروح بواسطة الحشرات او الحيوانات او الانســـان ومن طريقها تتمكن بعض الطفيليات من النجاح فى دخول العائل وتنتقـــل هذه الطفيليات بواسطة نفس العوامل التى تسبب الجروح او تحمل بواسطة الرياح والطفيليات التى تصل الى هذه الجروح فتجد بيئة غذائية صالحـــة ورطوبة كافية فى الخلايا الميتة أو المجروحة والجراثيم فى هذه الحالة يمكنها النمو بسرعة وتكوين ميسيليوم على حساب الخلايا الميتة ثـــم تنتشر بسرعة فى خلايا العائل .

ثالثا : طور مابعد الاختراق Post Penetration

تتبع عملية الاختراق هجوم الفطر وتقدمه خلال انسجة العائل وهذه ربمـــا تكون مصحوبة بقتل خلايا العائل كما فى الفطريات الرمية او تكون مصحوبـــة بتلف بسيط للخلايا الحية للنبات كما فى حالة الفطريات الاجبارية مثـــل امراض الاصداء والتى تتشعب هيفاتها فى المسافات البينيه فقط وتدفـــع بالممصات داخل الخلايا التى تبقى حية.

وتتم عملية تطفل الفطر على النبات بعدة طرق أهمها مايلى :

١) الفطريات الاختيارية :- مثل فطر Botrytis Cinera فعندما يدخل هذا الفطر الى داخل أنسجة النبات قابل للاصابة فان محتويات الخلايا التى تقع على مسافة متقدمة من المنطقة المحتلة بهيفات الفطر يحدث لها تشوه علاوة على الخلايا التى يحتلها الفطر وهذا التشوه هو عملية قتل للبروتوبلازم الحى داخل الخلايا بواسطة الباثوتوكسين Pathotoxin كما أن الفطر يذيب مكونات جدر الخلايا والتى تتركب طبيعيا من البكتين وتكون النتيجة تفكك وانفصال الخلايا عن بعضها يتلوها تعفن وموت الخلايا وأهم مادة مسئولة عن عملية القتل والاذابة هو انزيم البكتينيز وقد تناقض الباحثون بالنسبة لموضوع قتل الخلايا وتحليل الجدر فالبعض يقول ان الفطر يفرز مادتين أوأكثر احداهما هى التوكسين المسئولة عن عملية قتل الخلايا والاخرى انزيم البكتينيز المسئولة عن اذابة جدر الخلايا .

٢) فطريات الذبول : وتنتج أمراض الذبول من اصابة جذور العائل بالفطر وتكون النتيجة ذبول النباتات وموتها ويصل الفطر فى هذه الحالة الى الأوعية الناقلة ويتبع ذلك ذبول النبات فى الحال أو بعد فترة أوتبقى الاصابة موضعية فى الجذور الا أن تأثير الاصابة يظهر على مسافة من المنطقة المصابة وتختلف نظرية التطفل هنا عن سابقتها من ناحية ميكانيكية التطفل فالبعض يقول انها ترجع الى انسداد فى الاوعية الناقلة بواسطة ميسيليوم الفطر مما يمنع انتقال المواد الغذائية الى النبات والبعض يقول انها ترجع لافراز الفطر لمواد ضارة اى توكسينات او صموغ تمر الى الاوعية الخشبية وهى اما ان تتلف أو تذيب الخلايا الناقلة (التى ينتقل خلالها الغذاء) او تمر مع الغذاء الصاعد حيث تسبب ذبول النبات وموت أجزائه .

٣) الفطريات المتخصصة (الاجبارية)

مازالت دراسة طور ما بعد الاختراق فى الفطريات الاجبارية من الصعوبة

بمكان نظرا لتعذر انماء هذه الفطريات على بيئات صناعية فالفحص الميكروسكوبى للانسجة المصابة ودراسة نواتج عمليات الهدم والبناء للعائل والفطر المهاجم تعطى دليل غير مباشر متعلق بفسيولوجيا الفطر بعكس ماهو معروف بالنسبة للفطريات الرمية فهناك عدد كبير من الفطريات التى تسبب امراض الاصداء والتفخمات والبياض الدقيقى هذه الفطريات بعد دخولها عوائلها لاتقتل الخلايا ولكنها تعيش فى حالة تبادل منفعة مع العائل ولاتقتل الخلايا الا فى طور متأخر من الاصابة. بعد تكاثر الفطر وتكوين جراثيمه وتنحصر العلاقة فى هذا الطور بين الفطر والنبات فى ان الفطر يحصل على غذائه من الخلايا دون احداث اى ضرر له ولابد أن يستمر النبات فى تهيئة الغذاء الكافى لاحتياجات الطفيل حتى يحافظ على كيانه وحياته وتنمو هيفات الطفيل الاجبارى مابين الخلايا فى المسافات البينية ويرسل ممصات داخل الخلايا (او ان الفطر بأكمله يعيش خارج النبات ويرسل ممصاته فى خلايا البشره فقط كما فى أمراض البياض الدقيقى) ويحصل الفطر على غذائه بواسطة هذه الممصات ووجودها هو دليل على ان الفطر مختص وهذه الممصات لها اشكال مختلفة وتتكون داخل الخلية وتنتج من اختراق جدار الخلية بواسطة انبوبة اختراق رفيعة جدا تبرز من الهيفات وعندما تصل هذه الانبوبة الى داخل الخلية تسترجع حجمها الطبيعى او ربما تكبر داخل الخلية مكونة اشكال مختلفة والممصات لاتخترق السيتوبلازم (والا قتلت الخلايا) وتكون محاطة فى الغالب بمادة بلازمية تتكون من بروتوبلازم العائل وجدار الممص يكون رقيق ونفاذ .

.. .. ..

طبيعة المقاومة فى العائل

د. احمد مدحت النجار

اقترحت عدة نظم وتقسيمات لطبيعة المقاومة فى العائل فقد قسم أورتون Orton المقاومة الى :

أ- الهروب من المرض Escape وتجنبه.

ب - تحمل المرض Endurance بدرجة كافية لنمو النبات وانتاجه بمعدل أفضل من القابل للاصابة.

ج - مقاومة المرض Resistance نتيجة وجود عوامل وراثية فى النبات تؤدى الى المقاومة .

أما ووكر Walker فقد قسم المقاومة الى :-

١- تفادى المرض Disease escape

٢- استبعاد المسبب المرض Exclusion of pathogen

٣- المقاومة المبنية على العوامل الداخلية

١- تفادى المرض Disease Escape

ويعتبر هذا القسم مقاومة ظاهرية تتفادى فيها النباتات الاصابة بالمرض نتيجة عدم توفر الظروف البيئية التى تعمل على حدوث الاصابة وتفاعل ذلك مع صنف محصولى معين حيث يتوقف ذلك على توقيت فترة نمو العائل مع تجميع وتراكم لقاح المسبب المرضى مع سيادة الظروف البيئية المواتية للاصابة ، ومثال ذلك هروب أصناف البطاطس المبكرة من مرض اللفحة المتأخرة فى منطقة الغرب الوسطى Midwest للولايات المتحدة الأمريكية بينما أصناف البطاطس المتأخرة تصاب حيث تكون فى منتصف فترة نموها عند حدوث الأوبئة . وهذه الأصناف المبكرة قد تصاب فى مناطق أخرى من الولايات المتحدة أو تتأثر بدرجة أشد من الاصناف المتأخرة .

وكمثال لتفاعل تأثيرات البيئة والصنف على الهروب من المرض هو اللفحة البكتيرية فى الجوز المتسبب عن Xanthomonas Juglandis

حيث وجد ان نباتات الجوز لاتصاب فى كاليفورنيا (هروب) نتيجة تأخر ظهور الأوراق وتعرض الانسجة للاختراق حيث تهرب من الفترة الممطرة وهى فترة أساسية للاصابة أما فى ولاية أوريجون فان فترة انتشار الاصابة اكثر طولا وتمتد الى مابعد ظهور الأوراق الحديثة ٠

وهذا الهروب لايعتبر مقاومة حقيقية الا أن استمرازه فى صنف ما يزرع بمنطقة ما يعتبر ذا قيمة خاصة فى هذه المنطقة٠

وتستعمل الأصناف المبكرة لأنها تهرب من الأمراض أو لأنها يمكن زراعتها متأخرة مع احتمال هروبها من ظروف تلائم مرض ما٠

وقد يرجع الهروب من الاصابة الى طبيعة النمو كأن يكون النبات قائم فلا ترتفع رطوبة الجو حوله الى الدرجة التى تسمح بزيادة نشاط الطفيليات فمثلا أصناف الطماطم المفترشة أكثر عرضة للاصابة بالندوة عن أصناف الطماطم القائمة ٠

كذلك كما هو الحال فى الاتجاه الحديث للتربية المقاومة للأمراض والحشرات باستخدام بعض الصفات المورفولوجية فى النبات والتى يتحكم فيها عدد قليل من العوامل الوراثية أن يهرب النبات من الاصابة بالمرض أوالحشرة والأمثلة على ذلك كثيرة منها :-

١- الأوراق التى ينعدم بها الغدد الرحيقية Nectariless Leaves

فقد وجد ان هذه الصفة فى القطن يرتبط معها غياب الغدد الرحيقية أسفل الكأس وبذلك تقلل من زيارة الحشرات لهذه العشيرة الجديدة مما يترتب عليه من انخفاض نسبة الاصابة بالأمراض التى تنقلها الحشرات أو الاصابة بحشرة ما ٠

٢- الأوراق الوبرية فى القطن Okra leaves type حيث أن وجود هذه الأوراق فى القطن تقلل من ارتفاع الرطوبة حول أجزاء النبات المختلفة وتعرض الجزء السفلى من النباتات لضوء الشمس المباشر مما يقلل من

فرص انتشار الفطريات المختلفة التى تسبب بعض الأمراض الهامة مثل تعفن اللوز .

٣- عدم تفتح الأزهار فى بعض أصناف الشعير يوءدى الى مقاومة مرض التفحم السائب .

٤- احتواء النبات على مواد طاردة للحشرات الناقلة للأمراض خاصة الأمراض الفيروسية التى تقوم الحشرات بدور هام فى نقل مسبباتها يوءدى الى هروب النبات من الاصابة .

٢- استبعاد المسبب المرضى

Exclusion of the pathogen

وتحدث نتيجة صفات نباتية ميكانيكية أو كيماوية توءدى الى استبعاد الاصابة أو تقليلها الى درجة كبيرة أثناء عملية اختراق الطفيل وهذه الصفات لو تم ازالتها بوسائل صناعية أو طبيعية فان الاصابة قد تحدث ويصبح الصنف قابلا للاصابة وطبيعة هذا الاستبعاد غير مفهومة والحد الفاصل بين الاستبعاد والهروب ليس واضحا . ويقسم استبعاد المسبب المرضى الى نوعين ميكانيكى وكيماوى .

أ- الاستبعاد الميكانيكى

حيث قد يكون نبات قابل للاصابة فى فترة ما ثم يصبح مقاوم فى فترة أخرى والعكس صحيح ويحدث ذلك لوجود بعض الصفات النباتية عند موقع الاصابة مثل :

١- مقاومة الأديم للتثقيب الميكانيكى :

يهىء الكيوتيكل مقاومة مباشرة لعملية الاختراق بو[illegible] التى تحاول اختراق العائل ميكانيكيا ومن المعلوم أنه كلما زاد عمر النبات كلما زادت طبقة الكيوتيكل فى السمك وبذلك تزيد المقاومة لعملية الاختراق

فتقل الاصابة أو تنعدم . فأصناف البرقوق تكون أكثر عرضة للاصابة المباشرة بمرض العفن البنى كلما كان الأديم رقيقاو غير موجود . كذلك أصناف الكتان المقاومة للصدأ تتميز بوجود طبقة سميكة من الكيوتيكل . وفى الشعير وجد أنه عندما يكون متقدما فى العمر يقاوم مرض ال mildew وقد أثبتت التجارب أن الأنبوبة الجرثومية لايمكنها اختراق الأوراق القديمة وقد وجد ان سمك الكيوتيكل كان من ٤ر٠ - ٥ر١ ميكرون فى الأوراق حديثة السن بينما كان سمكه من ٥ر٢ - ٥ ميكرون فى الأوراق المتقدمة السن وعندما أزيل الكيوتيكل حدثت الاصابة بكثرة من خلال الجروح الناتجة.

٢- الطبقات الشمعية :

وجد انها تزيد مقاومة النبات لعملية اختراق الطفيل لسطح النبات عن طريق غير مباشر فوجودها يمنع أو يجعل من الصعوبة على قطرة الماء الموجودة فوق سطح العائل والتى ينبت داخلها الطفيل أن تستقر ومن أمثلة ذلك مقاومة نباتات القمح الصغيرة لمرض صدأ الساق الأسود حيث تكثر الطبقات الشمعية على سطح أوراقها.

٣- السطح الزغبى للورقة والساق :-

له نفس فعل الطبقات الشمعية فمثلا أصناف البطاطس ذات الأوراق المغطاة بالزغب اكثر مقاومة للاصابة بمرض الندوة المتأخرة من الأوراق الملساء .

٤- التوقيت اليومى لفتح وغلق فتحة الثغر :-

وهو هام فى حالة الطفيليات التى تخترق سطح العائل عن طريق الثغور المفتوحة كما فى ال <u>Puccinia graminis</u> فالثغور فى صنف القمح Hope المقاوم للصدأ تنفتح ببطء فى الصباح المبكر وقت وجود الندى الذى يشجع الاختراق وتسمى هذه المقاومة بالمقاومة الوظائفية Functional Resistance

٥- تكوين طبقات متوبره أو فلينية :-

قد تتكون طبقات متوبره أو فلينية تعيق تقدم الفطر فبعض أنواع

الكتان المقاومة للفطر Fusarium lini تنجح فى تكوين طبقة من الفلين تحيط بالفطر المهاجم والذى لايستطيع أن يخترق هذه الطبقة (كذلك فى حالة اصابة الأصناف المقاومة من القطن لمرض الخناق) .

٦- الأنسجة اللجنينية :-

وهى تعطى مقاومة ميكانيكية اكثر من الانسجة الغير ملجننة فبعض أصناف القمح المقاومة لصدأ الساق يوجد بها كمية كبيرة نسبيا من الأنسجة الاسكلارنشيمية داخل الخلايا الكولنشيمية والكلورنشيمية اكبر من الأصناف القابلة للاصابة وهذه الكتل الاسكلارنشيمية تعمل كاحزمة أو حواجز تحد أو تمنع من امتداد الفطر .

ب - الاستبعاد الكيماوي

وهو يحدث نتيجة افرازات كيماوية تكون موجودة فى الوسط الذى ينمو فيه الطفيل(مثل الفينولات)تسبب وقف تقدم نمو الكائن المسبب للمرض والمثال على ذلك مرض اسوداد البصل المتسبب عن فطر Colletotrichum circinans وهو من فطريات التربة التى تتكشف فى الحراشيف الداخلية متقدما فى نموه ببطء مما يسبب انكماش فى النسيج ويدخل عن طريق الاختراق المباشر من طبقة الأديم بعد تكوين حوصلة لاصقة غليظة محاطة بغلاف جلاتينى يعمل على لصق الحويصلة بالعائل ثم يثبت ميسليوم الفطر نفسه بامتداده تحت طبقة الكيوتيكل محدثا هضم بطىء لجدار تحت الأديم السميك بواسطة افراز انزيمات خارجية فيتأثر بروتوبلازم خلايا البشرة ويظهر عليه علامات التدهور مثل مهاجمة الفطر لباطن الخلية .

وتتميز أصناف البصل المقاومة للمرض بوجود حراشيف على البصلة(حمراء أو صفراء)عالية المقاومة وقد وجد أن هناك تلازم وثيق بين الصبغة والمقاومة فعند غياب الصبغة فى البصلة أو انخفاض تركيزها بالقرب من رقبة البصلة تحدث الاصابة . ويوجد على البصلة عندما تنضج ١ - ٣ حراشيف خارجية تتكون

من نسيج ميت وتكون ملونة بدرجة كبيرة فى الأصناف المقاومة . وتحتوى الحراشيف الخارجية على صبغات الفلافونات ويصحب وجود الفلافونات دائما وجود فينولات عديمة اللون قابلة للذوبان فى الماء عزل منها نوعين :
١- حامض البروتوكاتيكويك Protocatechuic ، ٢- الكاتيكول Catechol وهذه الفينولات سامة لفطر الاسوداد ، وهى لكونها قابلة للذوبان بالاضافة لوجودها بكميات كبيرة تنتشر فى قطرة الاصابة على سطح العائل حيث تمنع الانبات والاختراق . ولو أزيلت الحراشيف الخارجية الملونة أو عند انشقاقها فان الحراشيف الداخلية الشحمية تتعرض للاصابة بالفطر بالرغم من احتوائها أيضا على فلافونات الا أن تكون متحدة مع مواد أخرى بحيث لايمكنها الانتشار الى سطح العائل .

وهناك مثال آخر للاستبعاد الكيماوى يحدث فى مقاومة مرض الجرب العادى فى البطاطس المتسبب عن فطر Streptomyces scabies وهو من كائنات التربة ويهاجم النسيج الفلينى فى الدرنات صغيرة السن مما يؤدى الى تزايد خلايا النسيج الفلينى ويسبب قرح الجرب . ولقد بينت الأبحاث أن خلايا النسيج الفلينى فى الأصناف عالية المقاومة تحتوى على نسبة عالية من حمض الكلوروجينيك Chlorogenic الذى يعمل بطريقة ما على استبعاد الفطر أو تعطيله وقد اقترح أن حامض الكلوروجنينك يتأكسد بواسطة انزيم التيروزينيز الى مواد كوينونيه Quinones وهذه سامة للفطر .

٣- المقاومة المبنية على العوامل الداخلية

لم يحدد أحد حتى الآن لماذا تختار بعض الطفيليات عوائل بذاتها ولماذا بعضها رمية غير متخصصة كما أن ردود فعل العائل نتيجة الاصابة بالطفيل والذى يؤدى للمقاومة مازالت غير معروفة على وجه التحديد هل هى عملية تعطيل ومنع بواسطة العائل أم هى ناتجة عن انعدام قوة الجذب Attraction أو زيادة التنبيه Stimulus من جانب العائل . والذى يحدث فى

العوائل المقاومة أن يضطرب تسلسل الأطوار الأولى من الاصابة للكائن المسبب للمرض مما يقلل الاصابة أو يوقفها . وتأخذ المقاومة تعبيرات كثيرة تنحصر فى : (١) تعبيرات شكلية (مورفولوجية) يختفى وراءها تفاعلات فسيولوجية و(٢) تعبيرات بيوكيماوية فسيولوجية والتى مازالت غير معروفة على وجه الدقة .

أ- التعبيرات الشكلية (المورفولوجية) للمقاومة :-

قد يحدث الطفيل اختراق قليل وتقدم فى النمو ثم يحدث انحراف نتيجة التفاعل بين الطفيل والعائل وحدوث استجابات مورفولوجية مثل تغليظ جدر الخلايا والسوبره وزيادة النشاط الكابيومى وتضخم الخلية تؤدى الى اعاقة نمو الطفيل أو استبعاده والمثال على ذلك مقاومة مرض تعفن الجذور فى الدخان حيث يختص الكائن المسبب للمرض أساسا بقشرة الجذر وبنسيجه الفلينى وعادة تحدث اصابة الجذور فى الأصناف المقاومة ولكن درجة الاصابة تكون محدودة فيها عن الأصناف القابلة للاصابة . وقد وجد كونانت Conant أنه فى درجة الحرارة المناسبة للمرض كان تكوين الكامبيوم الفلينى فى النسيج البارنشيمى للجذر وحول تمزقات الجذور الثانوية أسرع فى الأصناف المقاومة عنها فى الأصناف القابلة للاصابة حيث يسبب الكابيوم الفلينى اعاقة للفطر أو استبعاده وقد أشار كونانت الى أن الاختراق المبدئى للفطر ينبه نشاط الكامبيوم الفلينى .

وقد درس هارت مقاومة النبات البالغ Mature - plant resistance فى مرض صدأ الساق الأسود فى القمح فى الصنف Hope من الناحية التشريحية للعائل . حيث يهاجم فطر الصدأ النسيج البارنشيمى رقيق الجدار ثم يتكشف الميسليوم ويكون كثير من الممصات فى العوائل القابلة للاصابة وفى الأصناف التى تتميز بمقاومة النبات البالغ تقل كمية النسيج البارنشيمى رقيق الجدار بالنسبة للنسيج الاسكلرنشيمى (سميك الجدار) كلما اقترب النبات

من النفج وتصبح مقاومة النبات مقاومة عالية فى حالة وجود وباء الصدأ الذى يزداد بعد منتصف فصل النمو .

ب - التعبيرات البيوكيماوية الفسيولوجية داخل الخلية :

اتجهت بعض البحوث فى الماضى لوجود مواد داخل الأنسجة المقاومة تعزى اليها صفة المقاومة وهذه المواد سامة لبعض الكائنات الممرضة كما يحدث فى حالات الاستبعاد الكيماوى بواسطة الفينولات القابلة للذوبان فى نسيج البصل الخارجى الميت .

ومن الدراسات على المقاومة لمرض صدأ الساق الأسود فى القمح وجد أنه بالنسبة للسلالة ٣ من الفطر عند عمل عدوى بها لصنفى القمح بارت Baart وكانريد Kanred القابلين للاصابة بهذه السلالة تتكون ممصات عادية للسلالة ٣ ويحدث تشجيع لنمو الخلايا المجاورة لمكان وجود الفطر ويزداد حجم الانوية ثم يتضاءل حجم البلاستيدات وتنهار الانوية بعد ذلك أما فى صنف القمح Mindum المقاوم لهذه السلالة تتكون ممصات أيضا ولكن المحتويات الحية تنتقل بسرعة الى الممصات وتتكاثف حولها وتنهار الخلية ثم يموت ممص الفطر حيث أنه فى مرحلة تكوين الممصات وانهيار خلايا العائل ينتقل بروتوبلازم الفطر الموجود بين الخلايا الى الممصات التى تموت ويتلاشى الفطر . وقد حدث نفس الشئ عند عدوى الصنف Kanred بالسلالة ١٩ من فطر الصدأ حيث أن هذا الصنف شديد المقاومة للسلالة ١٩. ونستنتج من ذلك أنه بعد تقدم الفطر فى العائل يحدث نوع من عدم التوافق بين الفطر والعائل ويرى البعض أن الفطر يفرز مادة سامة للخلايا فى الأصناف المقاومة كما يرى البعض الآخر أن خلايا الصنف المقاوم تفرز مادة سامة للفطر .

وقد أجريت عدة دراسات لاثبات أن المقاومة فى العائل ترجع الى وجود مادة أو أكثر فى خلايا العائل سامة للفطر مثل الفينول وغيرها وأثبتت الدراسات أن عدد الأدلة التى تؤيد هذا الرأى قليل .

وفى الوقت الحاضر ثبت وجود علاقة بين المقاومة التى يظهرها العائل ووجود أو نقص أغذية معينة لازمة لنمو الباثوجين . فوجود آثار من الأزوت على قطرة الماء عند عمل عدوى بالفطر Botrytis allii الذى يصيب التفاح يؤدى الى أن الفطر يصبح له القدرة على احداث المرض بالتفاح . وقد وجد ديكسون Dixon أن لدرجات الحرارة السائدة ونوع المحصول تأثير على القابلية للاصابة أو مقاومة مرض الـ Seedling blight المتسبب عن فطر الـ Gibberella zea الذى يصيب القمح والذرة . ففى القمح الذى يظهر أحسن نمو فى درجات الحرارة المنخفضة نسبيا وجد أن الدرجة المثلى لظهور المرض هى ٢٤ - ٢٨°م (أعلى من ٢٠°م) ففى درجة الحرارة المنخفضة يكون النبات غنيا بالكربوهيدرات الصالحة (نظرا لتحلل النشا بسرعة كبيرة)وفقيرا بالمواد الأزوتية الصالحة (لتحلل البروتين بسرعة أقل) وتكون جدر خلايا البادرات مكونة من سليلوز و لجنين وبالتالى تكون النباتات مقاومة لهذا الفطر أما فى درجات الحرارة المرتفعة تكون الكربوهيدرات الصالحة قليلة جدا أو معدومة وتكون النباتات غنية بالأزوت الصالح وتتكون جدر الخلايا من مواد بكتينية ويغيب عنها السليلوز وبالتالى تكون مقاومتها أقل . وبالنسبة للذرة الذى يكون أحسن نمو له فى درجات الحرارة المرتفعة نسبيا فان الدرجة المثلى لظهور المرض تكون من ٨ - ٢٠°م ولايظهر فوق درجة ٢٤°م فيكون الحال عكس القمح حيث يكون النبات فى درجات الحرارة المنخفضة محتويا على كربوهيدرات صالحة أقل وبروتين أعلى وتكون جدر الخلايا بكتينية مما يجعل مقاومة النبات أقل .أما فى درجات الحرارة المرتفعة فان النبات يحتوى على كربوهيدرات اكثر وبروتين أقل وتتكون جدر الخلايا من سليلوز ولجنين وبالتالى تكون المقاومة اكبر .

فرط الحساسية :- Hypersensitivity

يستخدم هذا الاصطلاح للتعبير عن رد الفعل للعائل ضد الفطر وهوتعبير عن شدة او زيادة حساسية الخلايا لوجود الفطر ويتبع ذلك عدم انتشار الاصابة

أو فشلها . والمعروف أن فطر الصدأ يدخل الثغر الخاص بالنوع المقاوم للنبات وعندما تصل الهيفاء الى خلايا الميزوفيل فانها تسبب ضرر كبيـر للخلايا وتكون النتيجة موت الخلايا بسرعة ويحدث ان يموت الفطر الذى لايمكنه ان يعيش الا داخل خلايا حية.

والنباتات ذات المقاومة العالية للفطر تكون ذات درجة حساسية كبيرة ضد هجوم الفطر ويؤخذ فى الاعتبار هنا أن موت الخلايا يؤدى لعزل الفطر عن الخلايا الحية وبالتالى يموت الفطر . وهى مهاجمة العوائل ذات درجة المقاومة المتوسطة فان النضال بين النبات والفطر يستمر وقد تموت بعض الخلايا الا أن الفطر يستمر حيا ولو انه يصبح فى عزلة .

أهمية ماسبق للمربى :-

بما أن هدف المربى هو تربية اصناف مقاومة على الاقل لجميع السلالات الفسيولوجية لمسبب مرضى معين فان ذلك يستدعى :-

١) دراسة الانواع المختلفة من المقاومة التى يظهرها العائل (عن طريق الثغور وصفاتها او سمك جدران الخلايا او الصبغات الملونة - الخ).

٢) جمع هذه الصفات المختلفة فى صنف واحد يكون فعالا تحت مدى واسع من الظروف المختلفة .

٣) جمع هذه الصفات مع الصفات الأخرى المرغوبة مثل المحصول والجودة.

وقد أمكن تحقيق هذا فى القمح ومحاصيل حبوب أخرى وفى أصناف جديدة من البطاطس مقاومة للندوة المتأخرة .. الخ .

.. .. ..

أنظمة التباين فى الكائنات المسببة للأمراض

Variability Systems of Pathogens

د. احمد مدحت النجار

ان التعرف على ظاهرتين شديدتى الارتباط ببعضهما وهما التباينات فى القدرات على احداث الأمراض بالنسبة للكائنات المتطفلة والتباينات داخل نوع العائل الواحد فى المقدرة على مقاومة المرض يعتبر شئ أساسى لتخطيط برامج تربية ناجحة تهدف لاستنباط أصناف مقاومة للأمراض .

وعند تتبع العلاقات بين العائل والباثوجين نجد أنه قد عرفت الاختلافات بين الأصناف المنزرعة فى مقدرتها على تجنب المرض منذ القرن الثالث الميلادى . ولكن بداية النظريات الحديثة للعلاقات بين العائل والباثوجين لم تأتى الا عام ١٨٠٧ عندما اكتشف بريفوست Prevost أن مرض التفحم فى القمح يحدث نتيجة للاصابة بفطر Fungus ولكن الرأى السائد آنذاك كان أن الفطر ينتج بعد الاصابة بالمرض وليس سببا له . ولم تقبل نظرية بريفوست الا بعد نشرها بحوالى ٤٠ عاما بعد نشر تجارب ديبارى DE Bary عن تطفل الأصداء والتفحمات .

الطبيعة المندلية للعلاقة بين العائل والباثوجين :

بدأ خلال الجزء الأخير من القرن التاسع عشر الاعتراف التدريجى بأن هناك ثلاثة عوامل تلعب أدوارا أساسية فى الباثوجينية وهى : ١- العائل ٢- الباثوجين ٣- البيئة . ولكن نظرا للتباين الشديد فى كل من هذه العوامل فان طرق التحليل المعملية فى ذلك الوقت لم تكن كافية للوصول الى تفهم جيد لميكانيكيات العلاقة بين العائل والباثوجين . وباعادة اكتشاف قوانين مندل سنة ١٩٠٠ فقد ساعد ذلك فى اعطاء الأساس اللازم لتحليل اختلاف ردود فعل الأمراض فى العوائل . وأول تطور اعتمد على الوراثة المندلية كان يتعلق بالتوارث فى العائل ففى عام ١٩٠٥ نشر بيفين Biffen فى انجلترا ملخصا عن بحوثه على الصدأ الأصفر فى القمح . حيث هجن بيفين بين أصناف قمح قابلة للاصابة مع الصنف ريفيت Rivet المعروف لفترة طويلة بأنه مقاوم للصدأ الأصفر . وفى الجيل الثانى (F_2) لاحظ بيفين أن الأفراد

تنعزل بنسبة ٣ مصاب : ١ مقاوم وأظهرت عائلات الجيل الثالث (F_3) النسبة : $\frac{1}{4}$ السلالات كانت مصابة أصيلة ، $\frac{1}{2}$ السلالات خليطة (حدث بها انعزالات) ، $\frac{1}{4}$ السلالات مقاومة أصيلة (صادقة التربية) مما يدل على أن مقاومة هذا المرض كان يتحكم فيها جين مندلى واحد .

وفى نفس الوقت حدث تطور كبير فى الولايات المتحدة بالنسبة لتربية أصناف من المحاصيل مقاومة للأمراض وفى نهاية القرن التاسع عشر بدأ أورتون Orton تجاربه على أمراض الذبول فقد وجد أن معظم أصناف اللوبيا كانت قابلة للاصابة بمرض ذبول اللوبيا أما الصنف Iron فقد كان مقاوما لهذا المرض . وفى القطن كان الأمر مختلفا فقد كانت أفراد معينة فقط فى الصنف هى المقاومة للذبول (غير مصابة) وأدى انتخاب هذه النباتات الخالية من المرض الى الحصول على عشائر ازدادت فيها درجة مقاومة الذبول بصورة واضحة . كذلك تم الوصول الى نجاحات مشابهة فى الكتان والطماطم والكرنب .

وبالرغم من نجاح تجارب الانتخاب السابقة الا أن طبيعة التوارث لمقاومة الأمراض وعدم ثبات المقاومة استمرت غامضة ، فقد نشأت صعوبات عند تطبيق الطبيعة المندلية لتوارث الصدأ فى النجيليات ولوحظ أن الأصناف تقاوم المرض فى مناطق معينة بينما تصاب فى مناطق أخرى ، كما أن المقاومة تختلف من موسم لآخر . كذلك عندما كان يعمل Ward على أصناف من الـ Brome grass بالنسبة لتأثرها بالصدأ البنى وجد أنه عند عمل عدوى بسلالة معينة من الصدأ على صنف متوسط المقاومة وذلك لعدة أجيال خضرية (لاجنسية) وجد أن الباثوجينية قد تتغير الى الدرجة التى تصبح هذه السلالة قادرة على اصابة ومهاجمة صنف brome كان مقاوما لها فيما سبق - واقترح Ward لتفسير هذه الظاهرة نظرية العائل الوسيط Bridging-host hypothesis التى تفترض أن الباثوجين ذو مطاطية وأنه يمكنه أن يتأثر بوسط العائل بطرق تغير من باثوجينيته . وطبقا لهذا الرأى ، فان التربية المقاومة تكون غير ذى جدوى نظرا لأن الفطر يمكنه انتاج طرز باثوجينية جديدة عند

تربية أصناف جديدة . وبالرغم من ايضاح Biffen سنة ١٩١٢ بأن مقاومة صنف القمح Rivet للصدأ الأصفر ظلت ثابتة لسنوات عديدة الا أن نظرية العائل الوسيط Bridging - host شبطت بدون شك عزم الكثيرين من محاولة التربية لمقاومة الأمراض . ومع هذا فان الدراسات على وراثة مقاومة الأمراض والتربية لأصناف مقاومة استمرت فى قوة الدفع بواسطة علماء آخرون وبعد وقت قليل أمكن تسجيل حالات اضافية كثيرة من التحكم الوراثى المندلى للمقاومة .

وخلال الفترة التالية لبحوث Biffen عندما توسعت بسرعة المعرفة عن توارث المقاومة للأمراض حدث تقدم موازى فى تفهم التباين فى الفطر ،فقد أثبتت دراسات عديدة فى الفطر أنها تمتلك أنظمة تكاثر كثيرة ومتباينة عن بعضها ، فبعض الفطريات تتكاثر بطرق غير جنسية فقط بينما البعض الآخر يتكاثر بطريقة التوالد البكرى Parthenogenetically (عن طريق نحو بيضة غير مخصبة) فى حين أن الغالبية العظمى منها لها دورة جنسية . وأنظمة التزاوج فى كثير من أنواع الفطر يمكن اعتبارها كأنظمة لتنشيط التهجين الخلطى out-breeding وبالطبع يساهم التكاثر الجنسى فى الأنواع الخلطية فى حدوث الاتحادات الجديدة Recombination حيث أن الانوية المتحدة معا تكون غير متشابهة وراثيا . وحتى فى الأنواع التى لايسهل فيها نظام التزاوج حدوث التهجين الخلطى out-crossing فان الجاميطات يجب أن تكون غير متماثلة عن طريق حدوث الطفرات Mutation . وتؤدى الاتحادات الجديدة بالتالى لحدوث التباين Variability وحدوث المطاطية Plasticity الضرورية لمجابهة التغيرات فى البيئة environment وفى التغيرات فى التركيب الوراثى لنباتات العائل (بالنسبة للجينات التى تحكم المقاومة للمرض) .

وفى ضوء هذا التقدم فى معرفة التكاثر الجنسى Sexuality فى الفطر فقد أمكن تطوير طرق خاصة للدراسات الوراثية فى الفطر وقد ثبت

من هذه الطرق أن نوع الفطر يشمل عدد كبير من التباينات التى تختلف فى تركيبها الوراثى مشابهة فى ذلك بالنباتات والحيوانات الراقية. ويمكن حينئذ اعتبار المرض الطفيلى أنه ناتج من التفاعل بين عائل مطاط وباثوجين مطاط ، وكل منهما يتباين باختلاف العوامل الوراثية والبيئية، ولكى نفهم التباينات فى الفطر بما فى ذلك التباينات فى مقدرتها الباثوجينية فيجب أن نفهم انظمة التكاثر فيها ولذلك يجب دراسة دورات الحياة فيها وكيف أنه، يتحكم فيها وراثيا وفى أى المجالات يمكن لدورات الحياة وأنظمة التكاثر بأن تسهم فى الدراسات الوراثية للباثوجينية واستنباط الاصناف المقاومة .

دورات الحياة فى الفطر :-

تعتبر الفطريات بصفة عامة كائنات أحادية المجموعة Haploid وأحيانا يحدث اندماجات نووية تعطى أطوار ثنائية المجموعة Diploid قصيرة العمر ودورات الحياة فى الفطريات تختلف من أحادية تماما الى ثنائية تماما (لو استبعدت النواتج المباشرة للانقسام الاختزالى) . كما أن وجود نويتين معا بنفس الخلية يسبب اضافات أخرى للتباينات فى الفطر .

وتشمل العملية الجنسية فى الفطر المراحل التالية :

١- الاندماج الخلوى Plasmogamy: وفيه تندمج خليتين جنسيتين كل منهما تحتوى على نواة أو أكثر أحادية المجموعة Haploid وتصبح أنوية الخلايا المندمجة متواجدة فى أزواج (زوج أو أكثر) وتسمى هذه الازواج dicaryons وقد يستمر هذا الطور الثنائى dicaryotic phase فترة قصيرة فقط أو قد يستمر لفترة غير محدودة نتيجة انقسامات جسمية متكررة وهذه الانقسامات الميتوزية تسمى Conjugate divisons

٢- اتحاد نووى Caryogamy : وفيه تتحد نواتى كل زوج اتحادا كاملا مما ينتج عنه انوية ثنائية المجموعة الكروموسومية diploids

٣- انقسام اختزالى (ميوزى) Meiosis للنواة ثنائية المجموعة ينتج عنه تكوين أنوية احادية المجموعة haploids .

وقد ميز Raper سنة ١٩٥٤ سبعة أنواع أساسية من دورات الحياة فى الفطريات معتمدا فى ذلك على الاختلافات فى فترة الطور الأحادى المجموعة haploid وفترة الثنائى الأنوية dicaryotic وفترة الثنائى المجموعة diploid فى دورة الحياة .

١- دورة لاجنسية Asexual cycle

فى هذه الدورة يحدث التكاثر بواسطة الجراثيم اللاجنسية أوبواسطة أعضاء متخصصة أخرى ويتبع هذه المجموعة الفطريات الناقصة. والفطريات التى تتكاثر فقط بالطرق اللاجنسية تضم حوالى ١٥٠٠٠ الى ٢٠٠٠٠ نوع من حوالى ٨٠٠٠٠ نوع هى كل الفطريات التى عرفت بواسطة أخصائى الأمراض ولكن ربما يكون العدد الحقيقى للأنواع اللاجنسية أقل من ذلك بسبب فشل العثور على الطور الجنسى فى بعض الأنواع التى يحدث فيها بدرجة نادرة أو يحدث فقط تحت ظروف خاصة .

٢- دورة أحادية المجموعة Haploid cycle

تكون دورة الحياة أحادية المجموعة فيما عدا جيل واحد ذو نويات ثنائية المجموعة diploid حيث يحدث الانقسام الاختزالى مباشرة بعد اتحاد الخلايا الجنسية وهذا النوع من دورة الحياة هو النوع السائد فى الفطريات الأسكية البدائية Ascomycetes وفطريات الـ Phycomycetes

٣- دورة احادية Haploid مع طور ثنائى الأنوية محدود Restrieted dicaryon :

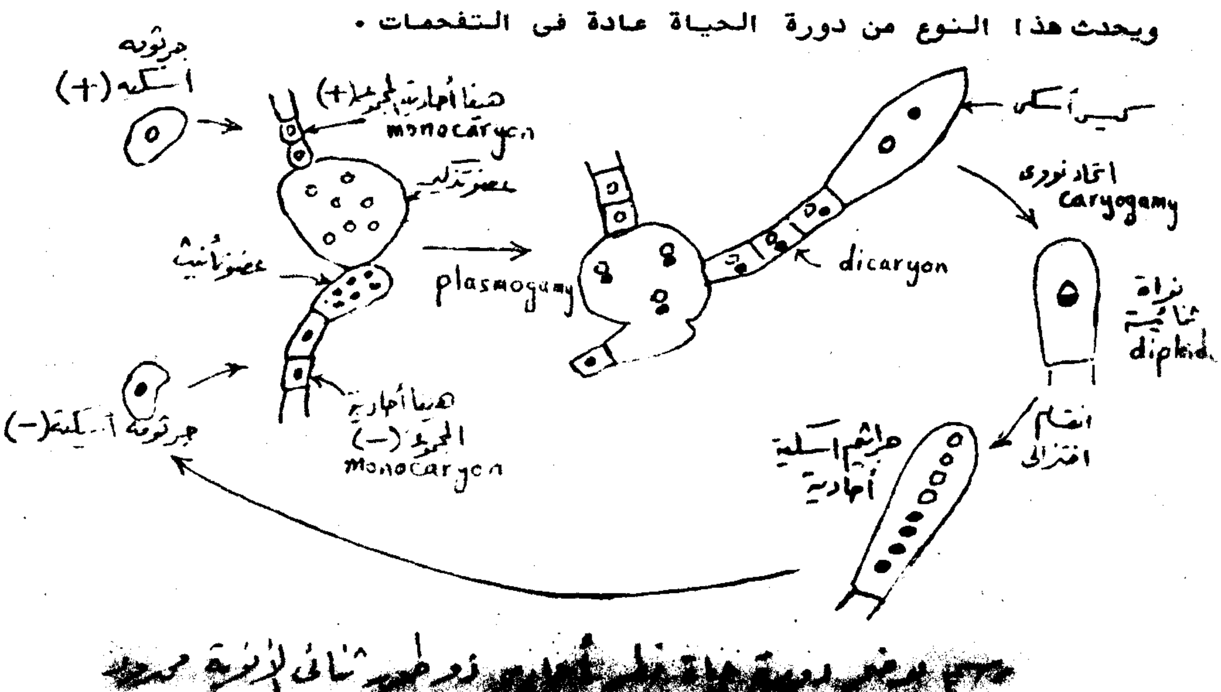
تسود دورة الحياة الأحادية Haploid ولكن تحدث الانقسامات المتكررة للطور ثنائى الانوية Dicaryon بعد عملية تزاوج الانوية فى ازواج Plasmogamy وقبل عملية الاتحاد النووى Caryogamy وهذا النوع من دورات الحياة (الموضح فى الرسم التالى) يعتبر من صفات الفطريات الأسكية الأرقى تطورا .

٤- دورة احادية Haploid شنائية الأنوية Dicaryotic

كلا الطورين الأحادى Haploid (أحادى الأنوية monocaryotic) وثنائى الأنويه dicarytoic لهم القدرة على النمو الخضرى الغير محدود ولذلك فان دورة الحياة تشمل مرحلتين متساويتين تقريبا ينفصلوا بواسطة جيل نووى واحد ثنائى المجموعة Diploid • ومن أمثلة ذلك الفطريات البازيدية Basidiomycete (ماعدا بعض المتفحمات) • وهذه الدورة لها أهمية خاصة فى العملية الباثوجينية لأن الميسليوم ثنائى الأنوية (dicaryon) له متطلبات فسيولوجية مختلفة عن مكوناته الأحادية (haploids) فمثلا الطور الأحادى فى الأصداء يكون طفيل اجبارى على أنواع عائل معينة (البارباري فى الـ P.g. tritici) والطور الثنائى يكون طفيل اجبارى على أنواع أخرى (القمح والنجيليات القريبة له)•

٥- دورة حياة ثنائية الأنوية Dicaryotic :

تكون دورة الحياة ثنائية الأنوية ماعدا عند حدوث الدورة الجنسية لجيل واحد ثنائى المجموعة Diploid وجيل واحد أحادى المجموعة Haploid ويعاد تكوين الطور ثنائى الأنوية بالاندماج المباشر بين النواتج الأحادية (haploids) للأنقسام الاختزالى (الجراثيم الاسكيه والجراثيم البازيدية) ، ويحدث هذا النوع من دورة الحياة عادة فى التفحمات •



... ذو طور ثنائى الأنوية محدد

٦- الدورة الأحادية المجموعة الثنائية المجموعة Haploid - diploid

ودورة الحياة هنا مشابهة لدورات الحياة التى تحدث فى الطحالب والنباتات الراقية حيث تتبادل فيها الأجيال الأحادية المجموعة haploids والثنائية المجموعة diploids ويتشابه الميسليوم فى الأجيال الأحادية والثنائية بينما تختلف أعضاء التكاثر المختلفة التى تحملها كل منها وهذه الدورة نادرة فى الفطريات .

٧- الدورة الثنائية المجموعة Diploid

دورة الحياة فيها ثنائية المجموعة تماما ماعدا النواتج المباشرة للانقسام الاختزالى ولذلك فهى مشابهة لدورة الحياة فى الحيوانات . وتحدث هذه الدورة فى بعض الخمائر وبعض Phycomycetes .

وفى كل الدورات السابقة يحدث التكاثر اللاجنسى بواسطة الجراثيم (أو تراكيب خاصة أخرى) فى معظم الأنواع بالاضافة لعملية التكاثر الجنسية وباستثناءات نادرة تقوم التراكيب التكاثرية اللاجنسية باعادة انتاج الطور الذى نشأت منه .

أنظمة التزاوج فى الفطر

ان الخصائص الرئيسية للعملية الجنسية فى الفطر تتلخص فى اتحاد أنوية متوافقة لتكوين الحالة الثنائية المجموعة (deploid) متنوعة بدورة انقسام جسمى (ميتوزى) والتى ينتج عنها الطور الأحادى المجموعة (haploid) مرة ثانية . ويمكن أن تنقسم الفطريات لمجموعتين بالنسبة لنظام التزاوج :

(١) المجموعة ذات الثالوس المتماثل Homothallic group

(٢) مجموعة الثالوس المتباين Hetero thallic group

ويحدث فى الفطريات المتشابهة الثالوس اتحاد جنسى بين خلايا ناتجة على أى هايفتين لنفس الميسليوم أو حتى بين خلايا على نفس الهيفا . ويحدث الاختلاف بين النواتج الجنسية المتوافقة داخل الميسليوم الواحد . وفى الفطريات

المتباينة الثالوسى يحدث التباين بين النواتج الجنسية المتوافقة بين الميسليومات المختلفة ويحدث الاندماج الجنسى فقط بين خلايا من ثالوسات لمجاميع تزاوجية مختلفة.

وتشبه الفطريات متماثلة الثالوس النباتات الراقية ذاتية التلقيح والتى تتميز بالتوافق الذاتى وقد يفهم من ذلك أن هذه الفطريات ينقصها المرونة الناتجة من الانعزال Segregation والاتحادات الجديدة (Recombinations) التى تلى الاتحادات الجنسية بين جاميطات متباينة وراثيا ولكن تشابه الثالوس homothallism لايمنع من حدوث التزاوج بين ثالوسات مختلفة عن بعضها ولذلك فالفرصة موجودة لحدوث الانعزال بدرجة كبيرة وبنفس المعدل الذى يتوقع حدوثه فى النسل الناتج من التهجينات الطبيعية بين صنفين من القمح على سبيل المثال. وتشابه الثالوس يحدث فى معظم مجاميع الفطريات وهو نظام التزاوج السائد. ويعد هذا النظام من التزاوج التباين الضرورى لعملية الأقلمة adaptation والحياة فى الفطريات.

أما تباين الثالوس Heterothallism فقد اكتشفه بلاكسلى Blakeslee فى سنة ١٩٠٤ عندما وجد أن التزاوج يحدث بين ثالوسات ذات طرز تزاوج مختلفة بعد تكوين الجراثيم الزيجية Zygospores فبالرغم من تزاوج طرازين متشابهين تماما فى المظهر الا أن أحدهم يكون مذكرا والآخر مؤنثا وللسهولة رمز لهم بالرمز زائد (+) وناقص (-).

واستخدم اصطلاح heterothallism ليعبر عن (١) حدوث طرازين من الأفراد كل منهم يكون عقيم ذاتيا و (٢) ضرورة التزاوج بين ميسليومات لطرز مختلفة لتحقيق التكاثر الجنسى.

وقد كشفت الدراسات الموسعة عن الجنس فى الفطريات بأن نوع التزاوج ليس من الضرورة أن يرتبط بالجنس الحقيقى (المعروف بوجود أعضاء تذكير وأعضاء تأنيث يمكن تمييزها) ولقد ميزوايت هاوس Whitehouse سنة ١٩٤٩

نوعين من تبـاين الـثالـوس Heterathallism :(١) تبـاين مورمولـوجى :
وفيه يختلف الـثالـوسات الـمزاوجة فى تكوين أعضاء جنسية غير متشابهـــة أو
جاميطات يمكن تمييزها (مذكرة ومؤنثة) و (٢) تبـاين فسيولوجى : وفيـــه
تختلف الـثالـوسات الـمتزاوجة فى نظام الـتزاوج بصرف الـنظر عن وجودأو غيـاب
أعضاء الجنس أو الـجاميطات الـتى تختلف عن بعضها كمذكر ومؤنث .

التباينات فى المقدرة الباثوجينية - التخصص الفسيولوجى

Variation in Pathogenicity - Physiological Spacialization

د. أحمد مدحت النجار

الباثوجين هو كائن مسبب للمرض وعلى هذا فان الباثوجين النباتى Plant pathogene هو كائن حى مسبب للمرض فى النبات وبالتوسع فى هذا التعريف فان الفيروس أيضا يسمى باثوجين ولو أن العلماء يعتقدون أن الفيروس ليس كائن حى . وتنقسم الباثوجينات النباتية الى :-

(١) باثوجينات تنتمى للمملكة النباتية : وأهم مجموعتين من الناحية الاقتصادية هما البكتريا والفطر .

(٢) باثوجينات تنتمى للمملكة الحيوانية : النيماتودا والحشرات .

(٣) الفيروس : ولايوضع عادة ضمن المملكتين السابقتين .

التخصص الفسيولوجى

ثبت أن الكائنات المسببة للأمراض تتأقلم بحيث تعيش مع المحاصيل المنزرعة بالرغم من استنباط الأصناف المقاومة لها لما لهذه الطفيليات من القدرة على تحوير نفسها بحيث تبقى وتعيش مع عائلها الطبيعى دون أن تنقرض .

لقد كان العالم اريكسون Erickson هو أول من أوضح فى عام ١٨٩٤ أن الكائنات الدقيقة تشتمل على سلالات Strains تختلف عن بعضها فى قدرتها على احداث الاصابة بالرغم من عدم وجود فروق مورفولوجية بينهما . فهو أول من وجد أن صدأ الساق الأسود المأخوذ من القمح لايصب الشوفان والشيلم وبعض الأنواع النجيلية الأخرى ثم أثبت ثانية أن مجموعات صدأ الساق من على عوائل مختلفة تختلف عن بعضها بحيث يصيب أحدها نوعا من النجيليات ولايصيب النوع الآخر . وعلى هذا الأساس قسم اريكسون الفطر Puccinia graminis الى عدة تحت أنواع subspecies تختلف فى صفاتها الفسيولوجية بحيث يتخصص كل تحت نوع منها فى اصابة عائل نجيلى معين .

ثم كان Barrus سنة ١٩١١ أول من وصف السلالات الفسيولوجية

Physiological races من فطر الانثراكنوز فى الفاصوليا والتى تختلف فى قدرتها الباثوجينية على أصناف مختلفة لنفس العائل . فوصف سلالتين فسيولوجيتين هما ألفا وبيتا (α , β) على أساس اختلافهما عن بعضهما فى قدرتهما على احداث المرض على الأصناف المختلفة من الفاصوليا . ثم تلاه Stakman سنة ١٩١٤ ، وستكمان ومعاونوه سنة ١٩١٧ فبينوا أن تحت أنواع الصدأ التى وصفها اريكسون لم تكن متماثلة فى قدرتها على احداث المرض وانها مثل الانثراكنوز تحتوى كل منها على سلالات فسيولوجية عديدة تختلف فى باثوجينيتها لاصابة أصناف النوع الواحد من الحبوب . وبعد ذلك اكتشفت سلالات فسيولوجية فى الكثير من مسببات الأمراض الأخرى .

ولقد أمكن تحديد أكثر من ٣٠٠ سلالة فسيولوجية للفطر P. graminis tritici المسبب لمرض صدأ الساق الأسود فى القمح أعطيت أرقاما مسلسلة ولاتوجد هذه السلالات كلها فى منطقة واحدة بل تكون موزعة فبعضها يوجد فى منطقة معينة والبعض الآخر يوجد فى منطقة أخرى ، أى أن توزيعها الجغرافى محدود وهذا مما يعقد عملية انتخاب وتربية أصناف من القمح مقاومة لهذا الصدأ ، فصنف القمح المقاوم فى جهة ما قد يصاب اذا زرع فى جهة أخرى قد يوجد بها سلالات فسيولوجية مخالفة لتلك الموجودة فى الجهة الأولى ، ولذا يقتضى الأمر حصر وتعريف السلالات الموجودة فى المناطق المختلفة وتطبيق ذلك فى برنامج تربية القمح . وظهور سلالات فسيولوجية جديدة يستدعى الأمر للاستمرار فى اختبار مقاومة الأصناف المختلفة للصدأ .

وفى الوقت الحالى امكن حصر أعداد السلالات الفسيولوجية للأمراض الهامة التى تصيب المحاصيل فى أماكن مختلفة من العالم واعطاء السلالات التابعة لكل مسبب مرض أرقاما دولية معترف بها من قبل علماء أمراض النبات فى العالم وذلك لمساعدة مربى النباتات على أن يشمل برنامج التربية لديهم على المقاومة لكل سلالات المرض المنتشرة فى منطقتهم .

وتعتمد طريقة التعرف على هذه السلالات الفسيولوجية على قدرة السلالة (من عدمه) على اصابة أصناف العائل بالمرض . فقد وجد مثلا فى سلالات صدأ الساق أن لبعض السلالات القدرة على اصابة صنف بينما البعض غير قادر على اصابة نفس الصنف . ولقد وجد أن هذه السلالات تكون متشابهة تماما فى صفاتها المورفولوجية ولايمكن التمييز بينها عن طريق فحص الميسليوم أو الجراثيم ولكنها تختلف عن بعضها فسيولوجيا من حيث تطفلها ، فكل سلالة فسيولوجية منها تختص بالتطفل على أصناف محدودة من العائل دون أن تتطفل على الأصناف الأخرى منه ، أى أنها تتخصص فى تطفلها على أصناف معينة وهذا مايعبر عنه بالتخصص الفسيولوجي physiological specialization

ولقد أمكن استغلال هذه الظاهرة في تمييز سلالات الفطر عن طريق استخدام أصناف معينة من العائل معروف درجة اصابتها أومقاومتها للسلالات المرضية وعن طريق الفروق التى تظهر فى الاصابة بالمرض على هذه العوائل أمكن عمل مفاتيح للتعرف على السلالات السائدة في منطقة معينة وذلك عن طريق عمل عدوى صناعية بالسلالات المنتشرة بالمنطقة على هذه العوائل التى أطلق عليها اسم العوائل أو الأصناف الكشافة أو المفرقة Differential hosts of varieties ومعرفة درجة الاصابة أو المقاومة وبناء على ذلك يتم تمييز السلالات الفسيولوجية .

ولتوضيح ذلك نذكر المثال التالى مطبقا على مرض التفحم المغطي في القمح فقد عملت عدوى للصنف Martin وتركيبه الوراثى MM tt والصنف Turkey وتركيبه الوراثي mm TT بأربعة سلالات من الفطر . ثم لوحظ سلوك هذين التركيبين الوراثيين الخاصين بمقاومة المرض من حيث سلوكهما بالنسبة لهذه السلالات الأربعة .

والنتائج موضحة في الجدول التالى ومأخوذة من كتاب Allard سنة ١٩٦٠ .

جدول : سلوك صنفين من القمح للعدوى بأربعة
سلالات لفطـــر التفحم المغطــــــــى

العائل	سلالات فطر التفحم (١)	(٢)	(٣)	(٤)
Martin	مقاوم	مقاوم	متأثر	متأثر
Turkey	مقاوم	متأثر	مقاوم	متأثر

واذا أمكن فقط تمييز مستويين من التأثر الباثوجينى(مقاوم resistant ومتأثر susceptible) فان عدد(ن) من العوائل الكشافة التى يتحكم فـــى المقاومة فى كل منها زوج واحد من العوامل الوراثية يمكنها أن تميز عدد $٢^{ن}$ من السلالات الفسيولوجية . ولو كان من الممكن تمييز ٥ مستويات من التأثر الباثوجينى (0, 1, 2, 3, 4) فان عدد ن من العوائل الكشافة يكون قادرا على تمييز عدد $٥^{ن}$ من السلالات الفسيولوجية . ويستخدم لتمييز سلالات صدأ الساق عشرة عوائل كشافة وخمسة مستويات من الاصابة، ولهذا فانه لـــو أن كل عائل كشاف أصيل لزوج واحد من العوامل الوراثية التى تتحكم فـــى المقاومة فان العشرة عوائل يمكنها نظريا تمييز ٩٫٧٦٥٫٦٢٥ سلالة ويبقـــى العدد الفعلى من السلالات والتى يمكن تمييزها أقل بكثير من العدد الكلـى للسلالات الفسيولوجية التى يمكن أن تكون موجودة لنوع طفيلى معين.وبالاضافة لذلك فقد حدد حتى الآن حوالى ٢٧ صنفا وسلالة تحمل جينات فردية فى تعريـف السلالات الفسيولوجية لصدأ الساق ، ونظرا للتغير السريع فى التراكيـــب الوراثية لأفراد الكائن الممرض ظهرت بعض العزلات الناتجة من السلالـــة الفسيولوجية الواحدة تختلف عن بعضها فى درجة اصابتها لصنف أو صنفين من القمح وعرفت هذه العزلات بالطرز البيولوجية Biotypes تميز باضافـة حرف هجائى الى جانب رقم السلالة. ونظرا لعدم كفاءة مجموعة الأصناف الكشافة السابق ذكرها فى تمييز الطرز البيولوجية أضاف ستاكمان ومساعدوه عـام

١٩٦٢ مجموعة من الأصناف عرفت بالأصناف الكشافة المكملة
Supplemental differential varieties

وراثة الباثوجينية فى الفطر

هناك مثال مشهور على دراسة وراثة الباثوجينية فى الفطر تم نشره عام ١٩٥٢ ، ١٩٥٦ بواسطة الباحث Keitt وزملاوءه فى جامعة ويسكنسون بالولايات المتحدة واستخدم فى هذه الدراسة الفطر Venturia inaequalis المسبب لمرض جرب التفاح • ويتميز هذا الفطر عن غيره فى سهولة اجراء الدراسات الوراثية نظرا لأن نواتج الأنقسام الميوزى Miosis تترتب طوليا فى أكياس اسكية (يحتوى كل منها على ثمانية جراثيم) مما يسهل الدراسة الدقيقة لانعزال عوامل الباثوجينية خلال الانقسامين الميوزيين • كما أن هذا الفطر يمكن زراعته وتهجينه بالمعمل in vitro بخلاف الطفيليات الاجبارية (كمسببات الأصداء والتفحمات) • كذلك فان هذا الفطر أحادى المجموعة Haploid خلال فترة تطفله وفترة زراعته بالمعمل وبالتالى يمكن تجنب التعقيدات الراجعة لخلط النووى Heterocaryosis •

وتنتج السلالات البرية لهذا الباثوجين نوعين أساسيين من التأثير الباثوجينى على التفاح وهما :

١- المقاومة Fleck وتكون فيه المقاومة فى العائل عن طريق تكوين مناطق ميتة Necrotic areas وبالتالى لاتظهر أعراض للمرض أو تظهر أعراض خفيفة جدا بدون تكوين جراثيم أو بتكوين عدد قليل جدا منها•

٢- القابلية للاصابة Lesion : وفيه يكون الفطر باثوجينيا ويصيب العائل تماما ويظهر المرض مع وجود كمية كافية من الجراثيم•

وعند استخدام كل الـ ٨ جراثيم الأسكية الناتجة من تهجين سلالات من

الفطر ذات تأثير باثوجينـــــــى Lesion x Lesion وعمل عدوى لصنف تفاح معين نتجت عليه ميسليومات تعطى تأثير باثوجينى Lesion وبينمـــا عند عمل تهجين بين سلالتين احداهما تنتج تأثير Lesion والأخرى تنتـــج تأثير Fleck فان ٤ جراثيم من كل كيس أسكى أعطت تأثير Lesion والأربعة الأخرى أعطت تأثير Fleck ويمكن تفسير هذه النتائج اما بـــأن هناك موقع وراثى واحد Locus ذو أليلات متعددة هو الذى يتحكم فـــى القدرات الباثوجينية المختلفة على أصناف التفاح المختلفة أو يمكـــن تفسيرها بافتراض أن هناك مجموعة مواقع Loci كل منها ذو أليلين.ولاختبار صلاحية أى من الافتراضين السابقين فقد عمل الآتى :-

انتخبت سلالتين بريتين من هذا الفطر احداهما تعطى تأثير Lesion علـى أصناف التفاح هارالسون Haralson وويلثى Wealthy وتأثير Fleck علـى أصناف يلوترانس بيرانت Yellow Transparent ماكنتوش Mcintosh والسلالة الأخرى تعطى تأثير باثوجينى معاكس للسلالة الأولى . وعندما هجنت هاتيـــن السلالتين فى المعمل <u>in vitro</u> تم الحصول على الجراثيم الأسكية المعزولة حسب ترتيبها فى الكيس الأسكى وعمل اختبار لها على الأصناف الأربعة للتفاح للحصول على السلالات الأحادية المجموعة Haploids وتم عرض البيانات فـى الجدول التالى :

جدول يبين التأثيرات الباثوجينية للأنسال الناتجة من التهجين بين سلالتين من فطر الـ *Venturia inaequalis* المسبب لمرض جرب التفاح (عن Keit وزملاوءه سنة ١٩٤٨)

نظام الانعزال فى الكيس الأسكى	نوع التأثير الباثوجينى (L=Lesion, F=Fleck) صنف Haralson	صنف Wealthy	صنف Y.Transparent	صنف McIntosh	عدد الأكياس الأسكية	التركيب الوراثى المتوقع والأليلات الباثوجين
٤:٤	L F	L F	F L	F L	٥	$a^{+} b$ $a\ b^{+}$
٤:٤	L F	L F	L F	L F	١٢	$a^{+}b^{+}$ $a\ b$

(حيث أن a^+ ، b^+ هي اليلات الباثوجينية ، a ، b البلات غير باثوجينية).

فمن بين ٣٥ كيس اسكى استخدمت فى الدراسة أعطت ١٧ فيها النسبة الانعزالية ٤ : ٤ فى أربعة ترتيبات مما يدل على أن الانعزال Segregation قد حدث فى أول انقسام للخلية الثنائية Diploid أما فى الـ ١٨ كيسا الباقية فقد كان الترتيب بالنسبة للانعزالية ٢ : ٢ : ٢ : ٢ مما يدل على أن الانعزالات قد حدثت فى الانقسام الثانى للخلية الثنائية وكان الانقسام الأول جسميا فقط .

واذا أخذنا كل صنف عائل على حدة نجد أن هناك جين واحد فقط هو الذى يتحكم فى التأثر الباثوجينى وهذا الجين ذو أليلين فقط أما اذا أخذنا فى الاعتبار الأصناف الأربعة من العائل نجد أن النتائج تدل على أن الباثوجينية فى الصنفين Haralson & Wealthy يتحكم فيهما جين واحد ذو اليلين بينما هناك جين آخر على كروموسوم منفصل يتحكم فى التأثر الباثوجينى للصنفين McIntosh & Yellow Transparent وقد أثبتت هذه الدراسات بأن نظرية الموقع الوراثى الواحد المتعدد الأليات للباثوجينية غير صحيحة هنا وأن نظرية المواقع المختلفة للباثوجينية وكل موقع له أليلين هى الفعالة . وقد أمكن اثبات أن هناك ٦ جينات أخرى كل منها على كروموسوم مختلف تتحكم فى الباثوجينية على أصناف أخرى من العائل باستخدام عزلات أخرى من نفس الباثوجين المسبب لمرض جرب التفاح .

الأنظمة الوراثية فى الكائنات الدقيقة

Genetic Systems in Micro-organisms

د. مدحت النجار

مما سبق دراسته عن التكاثر الجنسى فى الفطر يمكننا استنتاج النقاط التالية :

١- يوجد هناك اختلاف كبير فى دورات الحياة وانظمة التزاوج فى الفطر وهذا يوفر طرقا عديدة للتباين فيها .

٢- يحدث التباين نتيجة الانعزال segregations والاتحادات الجديدة recombination التى تتبع عملية التهجين بين سلالات من الفطر غير متشابهة وراثيا.

٣- تتوارث الباثوجينية بطريقة مندلية.

٤- يتكون نوع الفطر الباثوجينى من العديد من السلالات الفسيولوجية ذات القدرات الباثوجينية المختلفة حتى ولو تشابهت مورفولوجيا.

٥- للسلالات الفسيولوجية درجة عالية من الثبات ولكن عند التكاثر الجنسى قد ينتج من سلالة العديد من السلالات الأخرى نتيجة انعزال العوامل التى تتحكم فى القدرة على الاصابة Virulence وعدم القدرة avirulence وقد تمكن Stakman & Loegering سنة ١٩٤٩ من تمييز ٤٢ سلالة فسيولوجية مختلفة من الفطر Puccinia graminis tritici بالقرب من أحراش البربرى حيث يتم التكاثر الجنسى بينما لم يمكن تمييز أكثر من خمسة سلالات فقط من هذا الفطر فى المناطق التى لايوجد بها نبات البربرى ، كما أمكن عزل عدد كبير من سلالات الصدأ النادرة من على نباتات قمح منزرعة بالقرب من نباتات البربرى وتم تمييز السلالات الشديدة الدمار من الصدأ مثل السلالة 15 B . كذلك يعتبر وجود عدد كبير من السلالات التابعة لفطر phytophthora infestans فى المكسيك بالمقارنة بالدول الأخرى انما يرجع أيضا الى تسيد عملية التهجين هناك .

وبالرغم من أن أعدادا كثيرة من الفطريات الباثوجينية لايحدث بها أطوارا جنسية وتتكاثر بالطرق اللاجنسية Asexual مثل الفطريات الناقصة

كالفيوزاريوم وال Verticillium وخلافه والتى تسبب بعض أمراض النبات الفتاكة ، الا أن هذه الفطريات ذات مطاطية عالية فى صفاتها بما فيها الباثوجينية مثلها مثل الأنواع الجنسية. لذلك كان من المنطقى أن يوجد فى هذه الأنواع اللاجنسية أنظمة أخرى تؤدى الى التباين Variability وغير معتمدة على العملية الجنسية بالمعنى المفهوم وهذه الأنظمة هى :

(١) خلط النوى Heterocaryosis

فى كثير من الفطريات وخصوصا الأنواع اللاجنسية من Ascomycetes والفطريات الناقصة فان جسم الفطر يحتوى على أنوية عديدة مختلفة multinucleate على الأقل خلال الأطوار النشطة من نموها كما أنه يحدث بطريقة منتظمة فى هذه الفطريات اندماج الهيفات التى تتبادل النويات الموجودة فى ميسليومات مختلفة بصرف النظر عن نوع الجنس أو التزاوج فيها. وظاهرة خلط النوى heterocaryosis هى عبارة عن تواجد الفرصة لتجمع أنوية مختلفة وراثيا مع بعضها فى نفس الخلية لتكوين ميسليوم خليط النوى heterocoryon ، وذلك نتيجة حدوث تزاوج بين هيفات من تركيبين وراثيين مختلفين متبوع بانتقال الأنوية من هيفا الى أخرى

Homocaryons → → *Heterocaryon*

وقدم هانسن وسميث Hansen & Smith سنة ١٩٣٢ أول تفسير لخلط الأنوية حيث وجدوا أن الزراعات Cultures المختلفة للفطر الناقص Botrytis cinerea تنتج ثلاثة طرز مختلفة من الميسليا :

١- طراز يتميز بوفرة الجراثيم الكونيدية (Type A) Freely Sporulation والنمو الكونيدى هو الغالب (Conidial type)

٢- طراز يتميز بتكوين جراثيم قليلة متباعدة (Type B) Sparsely Sporulation والنمو الميسليومى هو الغالب (Mycelial type)

٣- طراز متوسط (Type X) Intermediate فى تكوين الجراثيم وهو طراز غير ثابت Unstable فيعطى عند زراعته الطرز الثلاثة (الكونيدى A والميسليومى B والمتوسط X)

بينما عند زراعة أى من الطرازين A أو B فانهم يعطوا نفس الطراز المنزرع (ثابتين) وقد عرفت الطبيعة الخليطة النوى للطراز المتوسط عندما تبين أنه بزراعة خليط من الطرازين A ، B فى مزرعة واحدة نتج الطراز المتوسط (X) حتى فى غياب التهجين الجنسى .

وقد أثبت هانسين وسميث أن الطراز المتوسط من الهيفا يشمل نوعين من الأنوية وأنه نتج من التزاوج بالنتوءات بين الهيفات والتى شاهدوها فى مزارعهم . وبالرغم من أن هذه الفطريات مقسمة الميسليوم (بها حواجز) فانه يوجد بالحواجز ثقوب ولذلك فانه يمكن للأنوية أن تنتقل من نهاية ميسليوم الى آخر خلال الاتصال البروتوبلازمى ويعطى تبادل الانوية فى خلية فردية واحدة الفرصة لتواجد نويات غير متشابهة وراثيا جنبا لجنب فى ميسليوم كامل . وقد توسعت هذه المشاهدات فشملت عددا كبيرا من أنواع الفطريات الناقصة حيث أثبت هانسن (١٩٣٨) بأن هذه الظاهرة تحدث فى أكثر من ٣٠ جنسا مختلفا من الفطريات الناقصة.

وقد وجد من الدراسات المعملية أن الأفراد خليطة النوى heterocarŷon المحتوية على طرز مختلفة من الأنوية تسلك سلوكا مشابها للتركيب الوراثى الخليط (heterozygote) ولذلك فهى تمتلك قوة هجينية من خلط النوى تسمى heterocaryotic vigor مشابهة لقوة الهجين فى الافراد التركيب الوراثى فى النباتات خلطية الاخصاب كما أن هذا النظام قادر على اعطاء نوع من الانعزال الجسمى (Somatic segregation) عند حدوث تبادل نويات كاملة خلال اندماج الهيفات .

ان قدرة الـ heterocaryosis على انتاج تغيرات تأقلمية فى الاستجابة لظروف البيئة المتغيرة امكن استنتاجها عن طريق اثبات أن نسب طرز الأنوية فى الـ heterocaryon تتغير بتغير الظروف التى ينمو فيها . فقد تمكن Jinks (١٩٥٢) من اثبات أن نسبة نوعين من الأنوية حصل عليهم فى أحد التراكيب خليطة النوى تتغير بتغيير الميديا (البيئة المغذية) التى زرع عليها هذا الـ heterocaryon وأن هناك نسبة مثالية للأنوية تحدث فى كل ميديا .

وهناك مثال واضح قدمه نيلسون وزملاؤه (١٩٥٥) عن ان خلط النووى heterocaryosis يمكن أن يؤدى الى سلالات باثوجينية جديدة فى الفطر المسبب لصدأ الساق الأسود فقد خلطوا الجراثيم اليوريدية لسلالتين مختلفين هما السلالة ٣٨ والسلالة ٥٦ من P.g.tritici وكلامنهما غيرباثوجينية للصنف Khapli وأخذ الخليط وعمل به عدوى (تعفير) على الصنف Khapli ثم أخذ الجيل الأول من الجراثيم اليوريدية المتكونة على النباتات وعمل بها عدوى على أصناف مقاومة فوجد أن هناك سلالة جيدة ناتجة من خليط السلالتين أصبحت لها قدرة باثوجينية عالية لاصابة الصنف Khapli الذى كان معروفا من قبل أنه مقاوم لجميع السلالات المعروفة من صدأ الساق فى شمال أمريكا .وبعد عدة أجيال يوريدية على الصنف Khapli أصبحت السلالة الباثوجينية غير ثابتة - لما حدث من فقد تدريجي للقدرة الباثوجينية على هذا الصنف وأصبح الصنف Khapli مقاوما لها مرة ثانية بعد ٢٥ جيل يوريدى وهذا يدل على أن السلالة الجديدة نتجت بواسطة الـ heterokaryosis ومما يؤيد ذلك أيضا أنه اكتشف وجود كلا من السلالات الأبوية من بين الانعزالات التى ظهرت فى الأجيال اليوريدية على العائل نتيجة عدم ثبات unstability السلالة الخليطة النوى وقد لوحظ أن بعض الجراثيم اليوريدية للسلالة الجديدة الباثوجينية كانت تحتوى على ٣ - ٤ أنوية بينما السلالتين الجديدتين (مثل الأبويتين) الناتجتين منها منها كانت كل منها تحتوى على العدد الثنائى للأنوية مرة أخرى . ويعتقد

هؤلاء البحاث أن الاحتمال كبير جدا فى أن السلالات الخليطة النوى hetero - caryons تنتج فى الطبيعة وأن المساحات الشاسعة من القمح المنزرعة بأصناف قابلة للاصابة لأكثر من سلالة صدأ ساق كذا ملايين الجراثيم اليوريدية الناتجة فى فدان قمح واحد تهيئان فرصة ممتازة لظهور السلالات خليطة النوى heterocaryon .

والحقيقة بأن السلالة خليطة النوى التى تفقد باثوجنيها بعد عدة أجيال متتالية توضح المطاطية الناتجة عن فقد أو تغير فى نسب الأنوية وهذه هى صفة الـ heterocaryon .

(٢) <u>بدائل الجنس فى الفطر</u> Parasexual Cycle in Fungi

اكتشفت طريقة أخرى لزيادة التصنيفات والمرونة فى الفطريات فقد وجد أن هناك سلالات خاصة من بعض الفطريات يمكنها أن تتغير فتحمل أنوية ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid بدلا من احتوائها على الأنوية الأحادية (haploids) وتنتج هذه السلالات بمعدل يقارب الواحد فى العشرة مليون خلال عملية النمو وتكوين الجراثيم من التراكيب خليطة النوى(heterocaryons) وهذه الخلايا تعطى ثالوسات ثنائية المجموعة الكروموسومية وخليطة التركيب الوراثى heterozygous diploid يكون مظهرها سائدا بالنسبة للموقع الوراثى الخليط وعندما تنمو فانها تنتج بعض القطاعات الجديدة ذات تراكيب مظهرية متنحية لبعض هذه المواقع الوراثية . وهذه القطاعات الجديدة لا يمكن أن تكون قد نتجت من الميسليوم وحيد النوى Homocaryon . ولكن من الانعزال فى الميسليوم ثنائى المجموعة خليط التركيب .

وقد أظهرت أبحاث بونتيكورفو ومساعدوه أن هناك عمليتين تحدثان للحصول على هذه النتائج :-

١- <u>الأولى وهى تكوين الأحاديات</u> Haploidization : من الأنوية الثنائية diploid وهى تحدث بتكرار يقدر بحوالى خلية واحدة من كل ١٠^{٣} خلية

وتكون غالبا نتيجة فشل حدوث التوزيع المنتظم للكروموسومات خلال الانقسام الجسمى (mitosis) . وعندما يتكون من النواة الثنائية diploid نواتين أحاديتين haploids يتم الحصول على اتحادات وراثية recombination عشوائية بين الكروموسومات الكاملة ونظرا لأن تكرار حدوث الأحاديات أعلى من تكرار حدوث الأنوية لتكوين diploids فان النتيجة النهائية لنمو الخلايا الخليطة الثنائية التركيب diploid hetorozygote هى الحصول على سلالات أحادية haploid تم فيها حدوث اتحادات جديدة للكروموسومات بكل الطرق الممكنة فى الخلايا الثنائية diploids ووحدة الانعزال فى هذه العملية هى الكروموسوم Chromosome .

(اتحادات كروموسومية جديدة أحادية المجموعة ($\frac{Ab}{aB}\ \frac{CD}{cd} \rightarrow \frac{Ab\ \ cd}{aB\ \ CD}$

٢- الثانية وهى العبور الجسمى Mitotic crossing over . وهى مشابهة لما وصف Stern فى الدروسوفيلا ونسبة حدوث هذه العملية هى حدوث كيازما واحدة كل مائة نواة ووحدة الاتحادات الجديدة فى هذه . العملية هى الجين Gene (اتحادات جينية جديدة احادية المجموعة ($\frac{A\ b}{a\ B} \rightarrow AB,\ ab$

ويلاحظ أن كمية التوافيق الناتجة من هاتين العمليتين مساوية تماما لما يحدث فى دورة الحياة الجنسية العادية حيث أن الطريقتين تشملان تكوين الأنوية الثنائية المجموعة diploidization (الاخصاب) والاتحادات الجديدة recombination وتكوين الأحاديات haploidization (الانقسام الاختزالى) .

وتحدث عمليتى الأحاديات haplcidizatioon والعبور الميتوزى مستقلتين من بعضهما وعادة (وليس ضروريا) فى أنوية مختلفة . وتتميز الدورة البديلة للجنس parasexual cycle عن عملية الـ heterocaryosis فى أن الثانية لايمكن وحدها أن تعطى سلالات باثوجينية جديدة عن طريق الاتحادات الجديدة مثلا ولكن الأولى يمكنها ذلك فى الفطريات الناقصة ويجب اعتبارها لذلك بأنها

مصدر هام للسلالات الباثوجينية الجديدة .

ولقد أوضح Buxton سنة ١٩٥٦ أن الأشكال الباثوجينية الجديدة من فطر الـ Fusarium oxysporium F.pisi تنتج من الدورات الـ parasexual التى تحدث فى الـ heterocaryon المتكون بين سلالتين باثوجينيتين مختلفتين .

ولهذا فان الدورة البديلة للجنس التى يبدو أنها شائعة فى الفطريات تلعب بوضوح دورا هاما فى خلق التباينات الجديدة ، خصوصا فى الأنواع التى لاتكون عادة أو بانتظام أطوار جنسية .

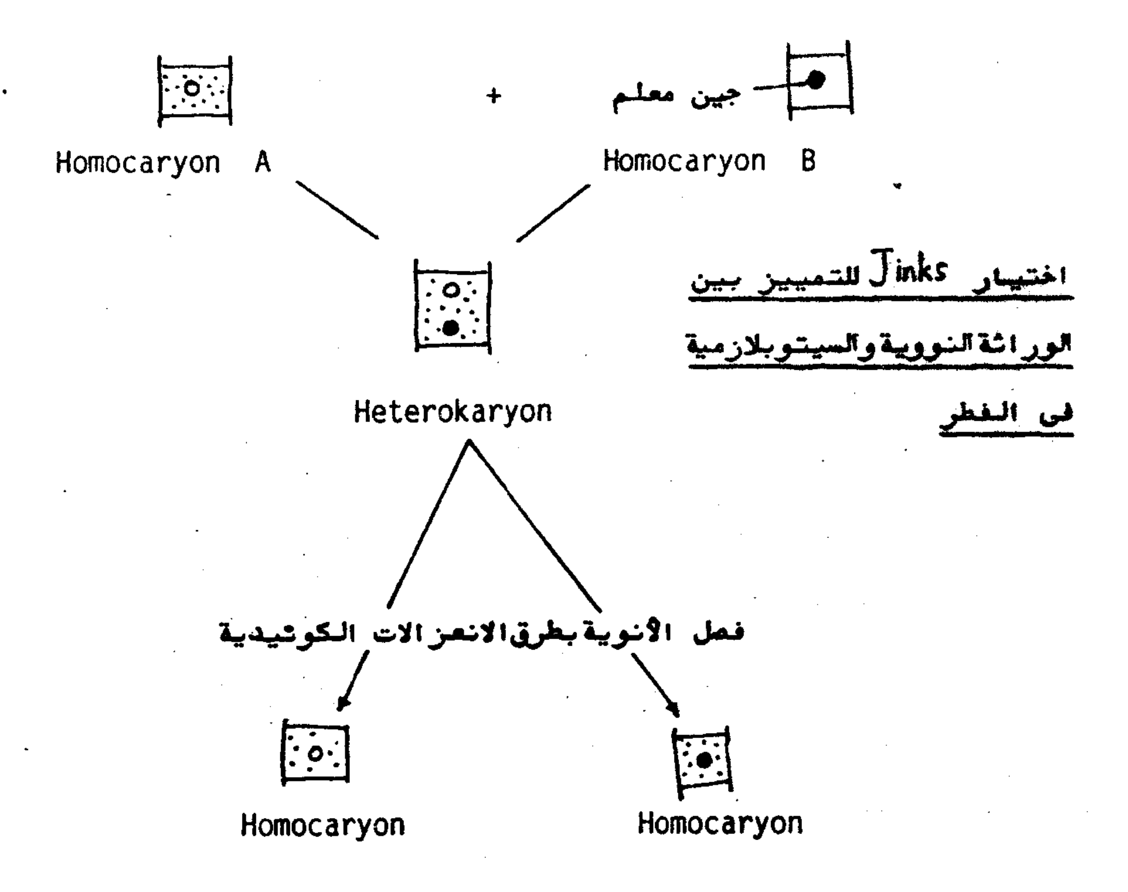
(٣) <u>التباين السيتوبلازمى</u> Cytoplasmic variation

ذكر جونسون ونيوتن أن العوامل السيتوبلازمية تفسر السلوك المشابه للأم للهجين بين سلالات مختلفة من الفطر . فتسلك الهجن بين سلالات فسيولوجية من P.graminis tritici سلوكا باثوجينيا مشابها لأمهاتها أى للسلالة التى تحمل الأعضاء المؤنثة .

ووصف Jinks سنة ١٩٥٩ طريقة بسيطة للتمييز بين الوراثة النووية والوراثة السيتوبلازمية فى الفطر الخليط النوى heterocaryotic . حيث استعمل مصدرين أحدهما يحمل جين معلم نووى والآخر كمصدر للتأثير السيتوبلازمى لو كان موجودا وعمل منهم Heterocayon وحلل بعد ذلك الـ heterocaryon الناتج الى الـ homocaryons الأبوية بطرق فصل الأنوية بواسطة الانعـزالات الكونيدية وفصل الشكلين الناتجين على أساس الجين المعلم ، فلو أن الـ homocaryons الناتجة فقدت كل اختلافاتها الأصلية ماعدا هذه التى ترجع للجين المعلم فيمكن أن نستنتج أنه كانت توجد هناك اختلافات أصلية راجعة للعوامل السيتوبلازمية .

وباستعمال الاختبار السابق اتضح أن التباينات فى الصفات التى تشمل معدل انبات الجراثيم وتكوين الصبغات والأقلمة للمواد الكيماوية فى البيئة

التى ينمو عليها الكائن الحى هى تحت التحكم السيتوبلازمى فى فطـــــــر Aspergillus glaucus • ويعتقد أن هذا النوع من التباين واسع الانتشار فى الفطر وأنه يلعب دورا هاما فى خلق التباين فى عوامل الباثوجينية .



(لو كانا متشابهين الا فى الجين المعلم، اذن نستنتج أن الاختلافات الأصلية كانت ترجع لعوامل سيتوبلازمية)

(٤) **أقلمة الكائنات الدقيقة للبيئة** Adaptation of Micro-organisms to Substrate

يعنى اصطلاح الأقلمة Adaptation مقدرة الكائن الحى على أن يتفاعل ايجابيا مع عوامل بيئة environment معينةوينتج عن ذلك أن تتحسن مقدرته على النمو والتكاثر فى هذه البيئة • فمثلا لو أن سلالة من الفطر كانت غيـر باثوجينية لعائل ما وأصبحت بعد عدة أجيال من الزراعة على هذا العائـــــل قادرة على اصابته (أى أصبحت باثوجينية له) نتيجة الملامسة المستمـــــرة (بدون حدوث تكاثر جنسى) فان الفطر يوصف بأنه أصبحمتأقلما للعائل •

ولقد استنتج Ward سنة ١٩٠٣ بأن هناك أعداء معينة يمكنهـا أن تكتسب القدرة على أن تصيب أنواع مقاومة من العائل عن طريق أن هنـاك عوائل تعتبر وسط فى مقاومتها لهذه الأعداء يمكنها أن تعمل كوسيط bridging host species تمد الفطر بمواد تكشبه القدرة على مهاجمة العوائـل المقاومة •

وقد تنتج التباينات فى اقلمة الكائنات الدقيقة للعائل باحـدى الوسائل التالية :

١- الطفرة Mutation : حيث تنتج اشكال ذات تحمل مختلف للبيئة Substrate

٢- خلط الأنوية heterocaryosis

أ- تكوين تركيب وراثى جديد فى الـ heterocaryon

ب - تكوين تراكيب وراثية جديدة نتيجة الدورة البديلة للجنـس parasexual

جـ - اعطاء فرصة لحدوث تغيرات فى نسب الأنوية المختلفة•

٣- التغيرات فى تركيز المواد الأيضية الموجودة خارج النواة فى الجزيئـات الموجودة فى السيتوبلازم مثل الانزيمات والميتاكوندريا والريبوزومات •• الخ والتى تؤدى الى زيادة استخدام أو تحمل البيئة substrate.

وقد ثبت فعلا أن الطفرة وخلط النوى تساعدان الكائنات الدقيقة علـى أقلمة نفسها وأن كلا من هاتين الطريقتين تحدث مستقلة عن تركيب البيئـة substrate (العائل) أى أن البيئات العادية ليس لها أى تأثير مباشرعلـى عمليات الطفرة وخلط النوى ولكن هناك بيئات خاصة لها تأثير انتخابى علـى نواتج هذه العمليات فمثلا الـ substrate الخاص بعائل مقاوم قد يعمـل كغربال فيرفض كل الأشكال غير الطفرية غير الباثوجينية بينما يقبل الأشكـال الطفرية أو الاتحادات الوراثية الجديدة الباثوجينية ويعمل على بقائهـا وانتشارها •

وقد ذكر Black سنة ١٩٦٠ حدوث حالات عديدة من الطفرة والطفرة العكسية فى فطر الـ phytophthora infestans وقد حدثت التغيرات الطفرية من سلالة الى أخرى عند العدوى بسلالة فردية على عائل بطاطس مقاوم (أى له تأثير انتخابى) فتغيرت السلالات من الحالة الغير باثوجينية الى الحالة الباثوجينية وفيما يلى بعض الأمثلة على هذه التغيرات الطفرية :

السلالة القديمة	السلالة الجديدة
0	4
1	1.2
2	2.4
3	3.4
4	1.4
1.2	1.2.4

وتعتمد تسمية السلالات الفسيولوجية فى هذا الفطر على أساس جينات المقاومة فى العائل الذى يمكن أن تهاجمه السلالة فمثلا سلالة 0 تهاجم فقط الأصناف التى ليس لها جينات المقاومة (R) وسلالة 1 تهاجم فقط الأصناف التى تحمل جين المقاومة R_1 والسلالة 1.2 تهاجم الأصناف التى بها جينات المقاومة R_1 ، R_2 وهكذا .

وقد حصل ميلز وبيترسون على خمسة سلالات مختلفة هى 1 ، 2 ، 4 ، 2.4,1.4 نتيجة التمرير المتسلسل للسلالة 0 على أوراق مسنة من تراكيب وراثية مقاومة فى البطاطس . وتشير معظم التفسيرات الى أن الأصناف المقاومة تؤدى تأثيرا انتخابيا للطفرات الباثوجينية التى تنتج فى خلايا السلالة الغير باثوجينية .

وقد قدرت أيضا الطفرات فى الاتجاه العكسى فى هذا الفطر عند زراعة سلالات متخصصة قادرة على مهاجمة العديد من جينات المقاومة حيث تحولت الى

سلالات أقل تخصصا فمثلا تحولت السلالة 1.4 الى السلالة 4 والسلالة 1.3.4 الى السلالة 3.4 والسلالة 1.2.4. الى السلالة 2.4 وهكذا . ويبدو أن هذا التحول من سلالات متخصصة الى سلالات أقل تخصصا يحدث على عوائل قابلة للاصابة أى فى غياب التأثير الانتخابى للعائل المقاوم .

.. .. ..

تباينات العائل فى التأثر بالمـــــرض

Variability in Disease Reaction of Host Species

د. مدحـــت النجـــار

بالرغم من أنه كان معروفا قبل بداية التقويم الميلادى بأن الأصناف المزروعة من المحاصيل تختلف فى قدرتها على تحمل المرض ، فانه لم يستفاد من هذه المعرفة فى تربية أصناف مقاومة لقرون عديدة . فقط تم استبعاد للعديد من الأصناف التى كانت متأثرة بالأمراض ، ومن المحتمل أيضا أنه تم الاستفادة من النباتات المقاومة طبيعيا للأمراض فى الحقول والحدائق وساعد هذا الانتخاب بلاشك فى تفسير تحمل العديد من الأصناف المحلية للأمراض ولم تبدأ البرامج المنظمة لانتاج أصناف مقاومة الا فى القرن التاسع عشر .

ففى منتصف القرن التاسع عشر سجلت فى انجلترا أول اختلافات واضحة بين الأصناف فى تأثرها بالمرض فذكر توماس أندرو اختلافات بين أصناف القمح فى مقاومتها للصدأ . وبعد ذلك بوقت قصير أشار بيركلى الى أن أصناف البصل البيضاء القشرة كانت متأثرة بشدة بال Smudge بينما الأصناف الملونة القشرة كانت مقاومة له . وفى أمريكا كان هناك فى ذلك الوقت اهتمام بتأثر الأصناف بالأمراض وأول عمل أمريكى كان للباحث جودرتش فى ولاية نيويورك الذى نشر بحثا عام ١٨٤٨ يتعلق بمقاومة البطاطس لمرض الندوه . وازداد بدرجة كبيرة عدد البحوث التى اهتمت بوصف الاختلافات فى المقاومة بين الأصناف فى النصف الأخير من القرن التاسع عشر كما شاهدت هذه الفترة أيضا بداية عدد من برامج التربية المصممة لتربية أصناف مقاومة من المحاصيل مثل البطاطس والحبوب والعنب . وبدأت مباشرة بعد اعادة اكتشاف قوانين مندل فى سنة ١٩٠٠ الأبحاث المنظمة عن مقاومة الأمراض .

ولقد تطورت بعد ذلك الأبحاث المتعلقة بوراثة المقاومة للأمراض خلال ثلاثة مراحل منفصلة :-

١- <u>أبحاث المقاومة فى التهجينات الصنفية</u> : وكانت الأبحاث المبكرة لوراثة مقاومة الأمراض تهتم بعدد الجينات التى تتحكم فى المقاومة فى العائل

حيث كانت تسجل عدد أزواج الجينات التى كانت تنعزل فى الأجيال الانعزالية فى الهجن الفردية ولكن لم يعرف الكثير فى هذه المرحلة عن تشابه أو اختلاف جينات المقاومة فى الأصناف المقاومة المختلفة .

٢- تحديد الجينات الفردية التى تتحكم فى مقاومة المرض : وفى هذه المرحلة كانت تختبر الهجن ضد سلالات فسيولوجية فردية من الباثوجين فى تجارب مصممة لكى تسمح بتمييز الجينات الفردية للمقاومة ، وقد تم الحصول على معلومات جديدة نافعة عن طريق تحديد تأثر هذه الجينات الفردية بالسلالات المختلفة من الباثوجين .

٣- وراثة تفاعل العائل والباثوجين : وبدأت هذه المرحلة عندما تم تمييز جينات معينة فى الباثوجين لها القدرة على الاصابة أو ليس لها القدرة، متعلقة بجينات معينة للمقاومة أو التأثر فى العائل .

وراثة المقاومة

Inheritance of Resistance

بعد اعلان Biffen سنة ١٩٠٥ بأن مقاومة القمح للصدأ الأصفر يتحكم فيها جين فردى متنحى فى الهجن بين أصناف متأثرة (ميتشجان برونز وريدكونج) والصنف المقاوم ريفيت ظهرت العديد من الأبحاث التى تتعلق بوراثة المقاومة ، ولقد شملت هذه الأبحاث ١٨ جنس مختلف من نباتات العائل و ١٨ جنس من الفطر ، ٦ أنواع من الفيروسات ونوع من البكتريا . وقد وصفت المقاومة فى ٢٣ مرض تصيب ١٣ محصولا مختلفا بأنها تعتمد على جين فردى واحد monogenic فى وراثتها ولكن بعض الباحثين ذكروا أن المقاومة لبعض هذه الأمراض نفسها كان يتحكم فيها جينين digenic . وفى ٢٩ مرض آخرين تصيب ١٥ محصول كان الاستنتاج الذى تم التوصل اليه هو أن المقاومة ترجع لفعل جينات متعددة Multiple genes .

وفى غالبية الأبحاث التى نشرت بعد هانسن سنة ١٩٢٤ ذكر أن المقاومة

كان يتحكم فيها جين واحد ولكن سجلت أيضا حالات فيها التكرار والتكامل والطرز المختلفة الأخرى من فعل الجين . وبالرغم من أن الحالات التى يتحكم فيها عديد من الجينات كان المنشور منها قليلا الا أن عدد هذه الحالات يعتقد بأنه أقل من الحالات الفعلية للاحجام عن نشر بيانات لم يتم تحليلها بدقة حيث أن التحليل الكامل لحالات الوراثة المتعددة الجينات multigenic يتطلب ظروف تجريبية مناسبة لم تكن متوفرة ذلك الوقت .

تقسيم التأثر بالمرض
Classification for Reaction to Disease

قبل مناقشة الانعزال للمقاومة للمرض فى الأنسال الناتجة من الهجن فانه يجب أن يوضع فى الاعتبار بعض المشاكل التى يمكن أن تظهر عند تقسيم الأجيال الانعزالية بالنسبة لتأثرها الباثوجينى .

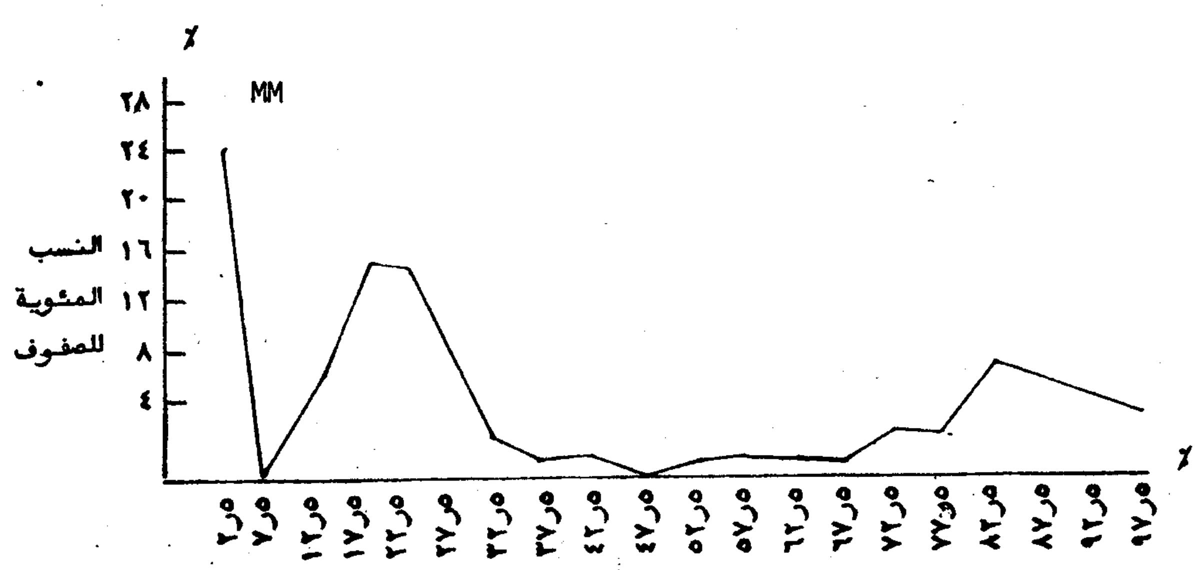
١- صعوبة تقسيم الأفراد المنعزلة الى مجاميع في الجيل الثانى نتيجة ظهور التوافيق المختلفة لدرجات الاصابه :

ففى بعض الأمراض مثل الأصداء والبياض الدقيقى فانه من الممكن الوصول الى رأى عن مقاومة النباتات الفردية فى الجيل الثانى (F_2) حيث يمكن تقسيم النباتات الفردية الى مجموعة أو مجموعتين مستقلتين (مثل مقاوم resistant ومتأثر susceptable) وفى أحيان أخرى فان أنسال الـ F_2 تظهر كل التوافيق الممكنة من المنيع immune حتى المتأثر suseceptable وحتى فى الانعزال ذو الجين الواحد monogenic فانه غالبا مايكون من الصعب الحكم بثقة على وراثة التأثر بالمرض من نتائج الـ F_2 فقط ولكن يلزم عادة زراعة الجيل الثالث F_3 أو الأجيال الرجعية back crosses للتوصل الى دليل يدعم الاستنتاجات المتوصل اليها من تحليل النسب الانعزالية للـ F_2 .

٢- التأثر يكون بنسب مئوية (بسبب أن العدوى لاتحدث على جميع النباتات أو لتأثير الجينات المحورة) ٠

فهناك بعض الأمراض مثل التفحمات تظهر مشاكل اكثر تعقيدا فى عملية التقسيم فالنباتات الفردية تظهر نوعين فقط من التأثر (مريفة وصحيحة) ولكن نظرا لانه نادرا ماتنشر العدوى على كل النباتات المتأثرة ، لذلك فان نتائج الـ F_2 تكون ذات قيمة أقل بالنسبة للأعراض التحليلية ٠

ولذلك فانه فى مثل الحالات السابقة تكون بيانات النسبة المئوية للنباتات المصابة فى كل من الآباء وفى صفوف أنسال الـ F_3 ذات قيمة كبيرة فى تفسير وراثة المقاومة ٠ ويمكن توضيح ذلك من البيانات التى تحصل عليها Briggs سنة ١٩٢٦ فى دراسته على وراثة مقاومة التفحم فى الهجين بين صنف القمح مارتن Martin والصنف وايت فيديريشن White Federation ٠ ففى هذه الدراسة كانت نسبة النباتات المصابة فى الأب المتأثر وايت فيديريشن ٨ر٧١ ٪ من النباتات وكانت كل نباتات الأب المقاوم مارتن والجيل الأول (F_1) للهجين بين الصنفين خالية تماما من التفحم أى مقاومة ٠ وأظهرت نباتات الجيل الثانى نسبة ٢ر١٧ ٪ من النباتات مصابة ٠ وفى الجيل الثالث F_3 توزعت الأنسال حسب النسب المئوية للنباتات المصابة فيها كما فى الشكل التالى ٠:

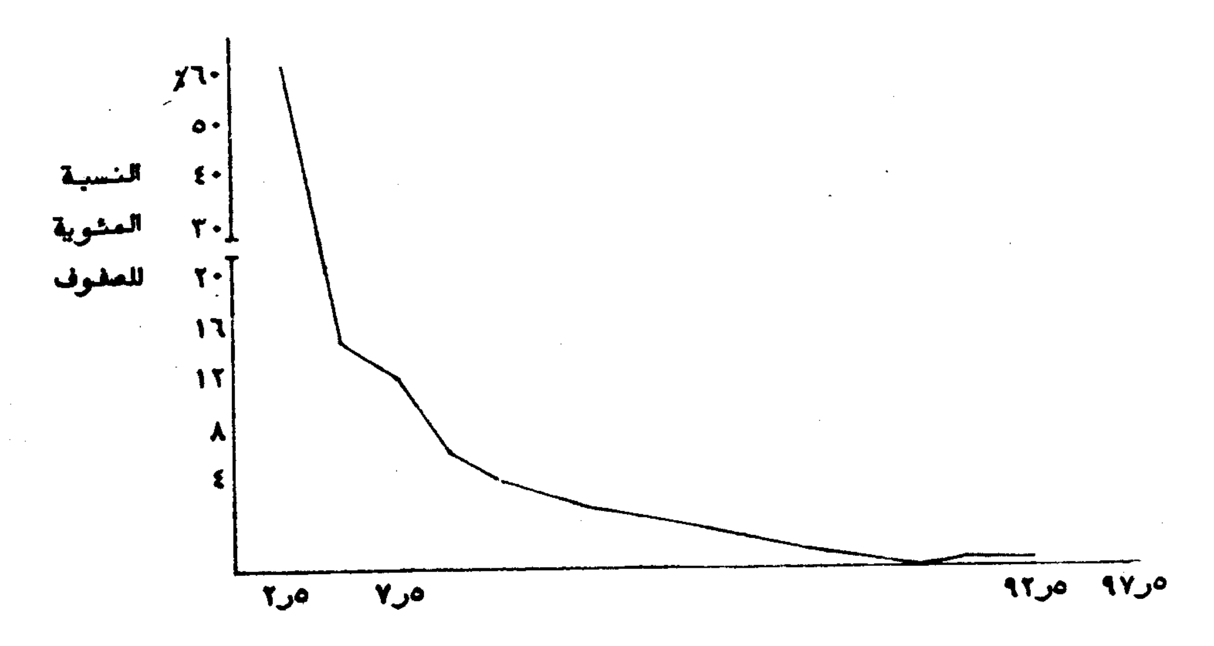


النسبة المئوية للنباتات المصابة فى صفوف الـ F_3 للهجين بين مارتن وفيديريشن

حيث وقعت الأنسال فى ثلاث فئات رئيسية (٤ أقسام على المنحنى) وكانت ٢٤٫٤ ٪ من الأنسال تقع فى القسم الأول من المنحنى و٤٩٫٢٪ من الأنسال — فى القسم الثانى و ٢٦٫٤ ٪ فى القسم الثالث فلو كانت هذه الأنسال ناتجة من نباتات F_2 ذات تركيب وراثى مقاوم أصيل (MM) وخليط (Mm) ومتأثر أصيل (mm) على التوالى فانهاتطابق فى ذلك للنسبة المتوقعة ١ : ٢ : ١ ونجد أن الفاصل بين أنسال الـ MM والـ Mm كان واضحا أما بين أنسال Mm ، mm فقد كان الفاصل غير محددا ، وبالرغم من أن الأب المقاوم مارتن كان خاليا تماما من الاصابة فان انسال الـ F_3 التى كانت تشمل على $\frac{1}{2}$ ٧ ٪ نباتات مصابة اعتبرت فى التقسيم أنها أنسال مقاومة. وظهر فيما بعد أن السلالات ذات التركيب الوراثى MM ليس من الضرورى أن تظهر مقاومة مثل الأب مارتن بسبب فعل الجينات المحورة Modifying genes .

٣- عندما يتحكم فى المقاومة أكثر من جين واحد :-.

عندما يحمل صنف ما جينين سائدين للمقاومة (كل منهما بمفردة يكون قادرا على انتاج مظهر مقاوم) وهجن مع صنف متأثر فان النسبة المتوقعة فى الجيل الثانى F_2 تكون ١٥ مقاوم : ١ متأثر وفى هجن كهذه يكون من الصعب أن نحدد التراكيب الوراثية فى الجيل الثانى وحتى بمساعدة أنسال F_3 . فمثلا الهجين المعطى فى الشكل التالى والذى يمثل النسبة المئوية للاصابة بالتفحم فى نباتات الـ F_3 الناتجة من التهجين بين صنف Hussar المقاوم تماما للتفحم مع الصنف Baart الذى يظهر نسبة ٨٣٫٦ ٪ نباتات مصابة. ظهر أن نسبة النباتات المصابة فى الجيل الأول F_2 كانت ٠٫٨٪ وفى الجيل الثانى (F_2) كانت ٩٫٧ ٪ . أما توزيع نباتات الجيل الثانى المتحصل عليه من دراسة انسالها فى الـ F_3 فقد كان يتمشى مع النسبة ١٥ : ١ .



رسم بيانى يبين توزيع أنسال F_3 للاصابة بالتفحم فى التهجين بين Hussar x Baart

دراسات المقاومة باستعمال
سلالات فسيولوجية معروفة

لم يكن يوءخذ فى الاعتبار عند اجراء الدراسات القديمة على وراثة المقاومة للأمراض فى العائل التباينات الموجودة فى المقدرة الباثوجينية للفطريات حيث أن وجود السلالات الفسيولوجية فى الفطر لم يكن معروفا حينئذ. ولكن بعد أبحاث Barrus سنة ١٩١١ عن التخصص الفسيولوجى فى كائن الانثراكنوز الذى يصيب الفاصوليا وابحاث ستاكمان على التخصص الفسيولوجى فى الأصداء أصبح واضحا أن هذا العامل يجب أن يوءخذ فى الاعتبار عند اجراء دراسات على وراثة المقاومة.

وأول توضيح لأهمية استعمال سلالات فسيولوجية معروفة فى دراسات الوراثة قدم عام ١٩٢١ بواسطة ماك روستى فى دراساته على وراثة المقاومة لمرض

الانثراكنوز فى أصناف الفاصوليا ، فوجد ماك روستى أن تأثر صنفـــــى الـ White Marrow والـ Robust من الفاصوليا بسلالتى ألفا وبيتا مـــن كائن الانثراكنوز كان كما يلى :

	الصنـــــف	سلالة ألفا	سلالة بيتا	خليط من ألفا وبيتا
١	White Marrow	مقاوم	مصاب	مصاب
٢	Robust	مصاب	مقاوم	مصاب

وعندما هجن الصنف White Marrow مع الصنف Robust واختبـــر الجيل الثانى (F_2) ضد كل من السلالتين ألفا وبيتا على انفراد وضد خليط السلالتين فلقد ساعدت النتائج ماك روستى على أن يضع التفسير المندلـــى التالى للتأثر بالمرض :

	نسبة الانعزال فى الـ F_2 مقاوم : مصاب	التركيب الوراثى للأب White Marrow	للأب Robust	للـ F_1
سلالة ألفا	٣ : ١	AA	aa	Aa
سلالة بيتا	٣ : ١	bb	BB	Bb
خليط ألفا وبيتا	٩ : ٧	AA bb	aaBB	Aa Bb

فلو أن وجود السلالات الفسيولوجية لم يكن معروفا وتمت العدوى بالمسبب المرضى الذى يعتقد بأنه نوع واحد (وهو فى الحقيقة خلطة من سلالتيـــــــن فسيولوجيتين مختلفتين) فان الاستنتاج الذى كان سيتوصل اليه هو أن كـــلا الصنفين White Marrow و Robust مصابين بالمرض . كذلك لو تمت العدوى للـ F_2 بالمسبب المرضى مع الاعتقاد بأنه نوع واحد بالرغم من أنه فى الحقيقة

عبارة عن خليط من سلالتين مختلفتين فانه كان من الممكن استنتاج أن التهجين بين الصنفين المصابين (Robust و White Marrow) ينتج طـــرازا مقاوما وأنه حدث نتيجة التهجين جمع جينات تكاملية Complementary genes من كلا الأبوين .

ولقد سمح فصل الفطر الى مكونين من الباثوجينية مختلفين عن بعضهما أن يقوم ماك روستى بعمل تحليل اكثر دقة عن الأساس الوراثى لتأثر العائل بهذا المرض عما كان يمكن عمله من قبل .

تحديد الجينات الفردية للمقاومة : Identification of Individual Genes for Resistance

لاثبات أن صنف معين مقاوم لسلالة فسيولوجية معينة يحمل نفس الجينات أو جينات مختلفة عن التى تحملها أصناف مقاومة أخرى لنفس السلالة الفسيولوجية فقد قدم Briggs طريقة لتحليل التهجن بين الأصناف المختلفة من القمح فى مقاومتها للتفحم فى القمح والبياض الدقيقى فى الشعر باستعمال سلالـــة فسيولوجية واحدة :

١- الخطوة الأولى :

الصنف مارتن Martin يقاوم السلالة T-1 من تفحم القمح بواسطة جيـن واحد فقط أما الصنف هسار Hussar فيقاوم السلالة T-1 بواسطة جينيـــن . فعندما عمل الهجين بين مارتن وهسار واختبر الجيل الثانى والثالث ضد السلالة T-1 ثبت أن كل الأنسال كانت مقاومة مما يدل على أن أحد جينات المقاومة فـــى الصنف Hussar هو نفسه الجين الوحيد للمقاومة فى الصنف مارتن .

٢- الخطوة الثانية : تم التهجين بين الصنف Hussar والصنف Hard Federation (المعروف أنه صنف غيرمقاوم أو مصاب) ثم أخذ عدد من أنسال الـ F_3 الناتجة من هذا الهجين وهجنت مع الصنف مارتن من ناحية ومـــع الصنف Hard Fedration من ناحية أخرى . فلو كانت النظرية الأطلسية

صحيحة (بأن الصنف Hussar يحتوى على جينين للمقاومة) فان بعض سلالات F_3lines لابد أن تختلف عن الصنف Hard Federation فى جين واحد ولابد أيضا أن ينتج من تهجين هذه السلالات نفسها مع الصنف مارتن بعض النسل المصاب • وسلالات F_3 بهذا النظام تعنى أنها تحمل فقط الجين الثانى للمقاومة فى الصنف Hussar وقد ثبت بالفعل وجود عديد من هذه السلالات (F_3 lines) ومن بينها واحدة سميت بالمنتخب ١٤٠٣ (Selection 1403) تم اختيارها كسلالة اختبارية للبحوث المستقبلية •

٣- الخطوة الثالثة :

وعندما هجنت السلالة منتخب ١٤٠٣ مع الصنف مارتن ودرس توزيع نسل الـ F_3 لهذا الهجين وجد أنه يشبه نفس توزيع نسل الـ F_3 الذى لوحظ فى الهجين بين الصنف Hussar والصنف Baart (١٥ : ١) السابق الاشارة اليه• ويمكن تفسير ذلك بأن الصنف Hussar يحمل جينين للمقاومة أحدهما مشابه تماما للجين الفردى الموجود فى مارتن (MM) والجين الثانى فى Hussar رمز له بـ (H H) ولذلك فيكون التركيب الوراثى للصنف Hussar هو MM HH •

وقد حددت ٤ جينات رئيسية Major genes وجينين ذو تأثير صغير Minor genes لمقاومة سلالة كائن التفحم T - 1 • ويبين الجدول التالى توزيع هذه الجينات على أصناف القمح الاكثر استخداما بواسطة مربى النباتات كمصادر لمقاومة التفحم• وقد أمكن باستخدام طرق مشابهة تحديد الجينات الفردية التى تتحكم فى مقاومة السلالة ٣ من كائن البياض الدقيقى فى الشعير فقد أثبت التحليل الوراثى لـ ١٢ صنف مقاوم عن وجود ١٠ جينات مقاومة مختلفة

جدول يبين توزيع ٦ جينات تتحكم فى التاثير الباثوجينى للسلالة T-1 من كائن التفحم على أصناف القمح المقاومـــــة

صنف القمح المقاوم	عدد جينات المقاومة	درجة السيادة	التركيب الوراثى للصنف المقاوم*
Martin	١	كاملة	MM
White Odessa	١	''	MM
Odessa	١	''	MM
Sherman	١	''	MM
Banner Berkeley	١	''	MM
Hussar	٢	''	MM HH
Selection 1403	١	وسطية	HH
Turkey(C.I. 1558)	١	''	TT
Turkey(C.I. 2578)	١	''	TT
Turkey(C.I. 3055)	١	''	TT
Oro	١	''	TT
Rio	١	''	RR
Turkey(C.I. 10015,	٢	قريبة للمتنحية	XX YY**
Turkey(C.I. 10016,	٣	''	TTRRXX(or YY)

* سميت جينات مقاومة التفحم حسب الصنف الذى وجدت فيه لأول مرة (مثل M نسبة للصنف مارتن ، H للصنف Hussar وهكذا).

** جينات X ، Y وهى جينات ضعيفة فى مقاومة السلالة T-1 الأول (X) يسمح بدرجة اصابة ٢٢٪ والثانى (Y) يسمح ب ٤٥٪ اصابة تحت نفس الظـــروف التى تسمح فيها الجينات M ، H ، T ، R بنسبة اصابة من صفر الــــى ٥ ٪ والأصناف الغير مقاومة تصل فيها نسبة الاصابة حوالى ٧٥ ٪ أو أكثر .

وراثة التفاعل بين العائل والباثوجين

Geneties of Host-Pathogen Interaction

د. أحمد مدحت النجـــار

تعتمد مقاومة صنف ما من العائل resistance أو قابليتـــــه للاصابة susceptability بسلالة فسيولوجية معينة على تركيبـــه الوراثى من حيث المقاومة وعلى التركيب الوراثى للسلالة من حيث القـــدرة على الاصابة Virulence أو عدم القدرة على الاصابة Avirulence. لذلك فان المحصلة النهائية للتأثر الباثوجينى تشمل تفاعل الجينات التـى تتحكم فى المقاومة فى العائل مع الجينات التى تتحكم فى الباثوجينية فـى الطفيل . وقد يحدث أحيانا أننا نأخذ فى الاعتبار فقط أحد جانبى هـــذه العلاقة بسبب عدم امكان عمل دراسات وراثية دقيقة على الجانب الآخـــر (العائل أو الفطر) فمثلا الكائن المسبب لمرض جرب التفاح Venturia inaequalis يعتبر مادة مناسبة لدراسة الوراثة فى الطفيل بينمـا المعروف عن وراثة المقاومة فى العائل (التفاح) قليل جدا لطول الفتـرة التى يستغرقها جيل واحد فيه وكذلك بسبب خواص أخرى تجعله غير مناســب لاجراء الابحاث الوراثية . وعلى النقيض فان القمح والشعير تعتبر عوائـــل مناسبة لاجراء الدراسات الوراثية لمقاومة العائل ولكن أمراضها الأساسيـة مثل التفحمات والأصداء والتعفن تحتاج لمتطلبات خاصة لاجراء الدراســات الوراثية على الباثوجينية . ولهذا فانه بالرغم من أن الجينات التـــى تتحكم فى المقاومة معروفة جيدا فان الأساس الوراثى للباثوجينية فـــى الطفيل (بالرغم من التقدم الذى تم فيه حديثا) يبقى غير واضح .

وتوجد دراسة واحدة فقط تم فيها معرفة كل من الوراثة للمقاومـــة الوراثة للباثوجينية الى النقطة التى يمكن فيها أن يوضع التفاعل بيـــن العائل والباثوجين على أساس جين مقابل جين Gene-for-Gene ويرجع النجاح فى احراز هذه العلاقة الى الأبحاث الكلاسيكية للعالم Flor

على الأنظمة الوراثية التكاملية Complementary Genic Systems للمقاومة فى الكتان والباثوجينية فى مسبب صدأ الكتان الفطر Melampsora lini .

ويمتلك الكتان عديد من الصفات التى تؤهله لسهولة اجراء الدراسات الوراثية فهو محصول حولى ذو دورة حياة قصيرة كما أنه ينتج بذور بوفرة عالية تجعل أنسال النباتات الفردية الناتجة من الـ F_1 مناسبةللتحليل الاحصائى ، وعادة ما يكون التأثر بالصدأ على الكتان مميزا بوضوح شديد . كما أنه نظرا لأن نبات الكتان ينمو باستطالة البرعم الطرفى فانه يمكن عمل عدوى بسلالات مختلفة على نفس النبات حيث تعدى الأوراق العلوية الناتجة من البرعم الطرفى بسلالة ما وعند ظهور الاصابة يتم ازالة هذه الأوراق ثم يعاد عمل عدوى للأوراق العلوية الجديدة بسلالة أخرى وهكذا .

ويتميز فطر صدأ الكتان بأنه ينتج كل أطواره الجرثومية على نباتات الكتان فقط . ويكون الطور الباثوجينى المتكرر هو الجراثيم اليوريدية التى ينتجها الفطر والتى تكون ثنائية الأنوية dicaryotic ويكون تركيبها اما [illegible] أو Aa أو aa بالنسبة لأى موقع وراثى . أما الطور الثنائى المجموعة diploid الوحيد والانقسام الاختزالى التالى له فيحدث خلال انبات الجراثيم التيلتية وينتج تبعا لذلك الجراثيم البازيدية الأحادية النواة .

وقد أوضح Flor من دراساته المكثفة على وراثة المقاومة فى العائل أن مقاومة الصدأ يتحكم فيها أليلات متعددة موجودة فى مجاميع عند خمسة مواقع وراثية فى الكتان ورمز لهذه المواقع بالرموز K, L, M, N, P وعرف للموقع K· أليلين فقط بينما يوجد ١١ أليل للموقع L وستة للموقع M وثلاثة للموقع N وأربعة للموقع P . وتتوارث مواقع K, L, M مستقلة من بعضها (أى أنها تقع على [illegible])

أما موقعى P, N فهما مرتبطين (أي يقعان على كروموسوم واحد) بنسبة عبور مئوية قدرها ٢٦ ٪ . كما أنه قد وجد أن مقاومة الصدأ تورث كصفة سائدة بالرغم من أنه فى بعض المحاصيل الأليلية لم تكن السيادة كاملة .

وبالعكس فان القدرة على الاصابة Virulence فى سلالات فطر صدأ الكتان تورث كصفة متنحية (باستثناء واحد) . وترتبط بعض مواقع الباثوجينية ببعضها ولكن جينات الباثوجينية لم تكن موجودة كلها فى سلالة واحدة وانما كانت موزعة على السلالات المختلفة ، بينما لم يمنع ذلك من وجود سلالة تحتوى على كل جينات الباثوجينية) .

التكامل بين جينات المقاومة والباثوجينية

Complementarity of genes for resistance and pathogenicity

عندما هجن Flor بين سلالات فطر صدأ الكتان وجد أن الباثوجينية تنعزل طبقا لعدد جينات المقاومة فى العائل . فاذا هجن بين سلالتين فسيولوجيتين احداهما Virulent والأخرى Avirulent لعائل ما وأخذت الأجيال الانعزالية من هذا الهجن وعمل بها عدوى للعائل فلو كان العائل يحمل زوج واحد من عوامل المقاومة كان الانعزال فى الفطر بنسبة ٣ : ١ مما يدل على أن السلالتين يختلفان فى زواج واحد من عوامل الباثوجينية واذا كان العائل يحمل زوجين من عوامل المقاومة كان الانعزال فى الفطر بنسبة ١٥ : ١ (أى أن السلالتين يختلفان فى زوجين من عوامل الباثوجينية) وعلى العوائل التى تحمل ٣ أو أربع أزواج من عوامل المقاومة انعزل الفطر بنسبة ٦٣ : ١ ، ٢٥٥ : ١ على التوالى (أى اختلفت السلالتين فى ٣ أو ٤ أزواج من عوامل الباثوجينية) وهكذا . وهذا يدل على تماثل عدد جينات المقاومة فى العائل مع عدد جينات الباثوجينية فى الطفيل ،

ويؤكد وجود أنظمة تكاملية وراثية بين العائل والطفيل المسبب للصدأ .

ولتوضيح هذه العلاقة التكاملية لجينات المقاومة فى العائل مع جينات الباثوجينية فى الطفيل رمز Flor لجينات الباثوجينية فى الطفيل بالرمز A لعدم القدرة على الاصابة Avirulence (وهى صفة سائدة) فى حين يرمز a للقدرة الباثوجينية Virulence (وهى صفة متنحية) وتحدث المقاومة عندما تكون الجينات التكاملية فى كل من العائل والطفيل سائدة وتحدث الاصابة بالمرض اذا كان أى من زوج الجينات التكاملية أو كلاهما فى صورة متنحية . ولهذا فان صنف الكتان الذى لا يحمل أى جينات سائدة للمقاومة يكون متأثرا بكل سلالات الطفيل والصنف الذى يحمل جين سائد واحد يكون مقاوم لكل السلالات التى تحمل الجين السائد التكاملى للباثوجينية .

ويمكن توضيح هذا من بعض الأمثلة المعتمدة على أنظمة جينية تكاملية والمصاحبة للمواقع P & N والمعروضة بالجدول التالى فالصنف Winona ذو تركيب وراثى nnpp ولهذا فهو متأثر بكل سلالات الطفيل . والصنف Polk ذو تركيب وراثى NNpp ولهذا فهو مقاوم لسلالات الصدأ التى تحمل a_pa_p A_nA_n ولكنه يكون متأثر بالسلالات الأصيلة للـ a_na_n . والصنف Koto مقاوم لكل سلالات الصدأ التى تحمل الجين A_p ومتأثر بالسلالات ذات التركيب a_pa_p . والصنف Redwood ذو التركيب الوراثى NNPP مقاوم لكل سلالات الصدأ التى تحمل احدى الجينات السائدة أو كلاهما A_n A_p ومتأثر فقط بالسلالات الأصيلة لأليلاتها المتنحية $a_na_na_pa_p$

جدول ـ توضيح نظام الجينات التكاملية للمقاومة للصدأ فـــى العائل وللقدرة على الاصابة Virulence وعــــدم القدرة Avirulence فى الباثوجين (عن Flor سنة ١٩٥٦)

صنف الكتان	التركيب الوراثى		
	للعائل بالنسبة للتأثر بالصدأ	لفطر الصدأ بالنسبة للباثوجينيـــة	تأثـــر العائـــل
Winona	nn pp	A_N or a_N A_p or a_p	متأثر
Polk	N N_{pp}	a_N a_N A_p A_p	متأثر
Polk	N N pp	A_N A_N a_p a_p	مقاوم
Koto	nn PP	A_N A_N $a_p a_p$	متأثر
Koto	nn PP	$a_N a_N$, $A_p A_p$	مقاوم
Redwood	NN PP	a_N a_N $a_p a_p$	متأثر
Redwood	N N PP	A_n or A_p	مقاوم

والجين M هو الجين الوحيد فى الكتان الذى له المقدرة علـــى احداث المرض Virulence وهو فى الحالة السائدة وبالتالى هو الاستثناء الوحيد للقاعدة التى تقول بأن المقاومة تحدث فقط عندما تكون الجينـــات التكاملية فى كل من العائل والطفيل فى صورة سائدة .

استنتج فلور من تجاربه أن لكل جين مقاومة فى العائل يقابله جيـــن مكمل فى سلالة ما من سلالات الفطر يجعلها قادرة على التغلب على المقاومة . وهذه العلاقة التكاملية بين الانظمة الوراثية لكل من العوائل والباثوجينات التى اقترحها Flor تعرف بنظرية Gene-for Gene Hypothesis . لمقاومة الأمراض .

ومثال آخر على فعل نظرية الجين للجين مبين فى الجدول التالى حيث

أنه عندما هجن صنفين من الكتان (Bombay & 770 B) يحمل كل منهم جين مقاومة سائد واحد ومختلف عن الآخر وأخذ انعزالات الهجين في الـ F_2 واختبرت بسلالتين من الصدأ هما سلالة ٢٢ وسلالة ٢٤ وجد أن الانعزالات تتبع في تأثرها بأي من السلالتين النسبة الثنائية ٩ : ٣ : ٣ : ١ (مما يؤكد أن الصنفين يختلفان في زوجين من العوامل الوراثية للمقاومة)وعندما هجنت السلالتين ٢٢ ، ٢٤ وأخذت انعزالهم في الـ F_2 واختبرت على الصنفين Bombay, 770 B ، كل على حدة ظهرت أيضا النسبة الثنائية ٩ : ٣ : ٣ : ١ (مما يدل أيضا على أن السلالتين تختلفان في زوجين من العوامل الوراثية للباثوجينية .

جدول - يبين الوراثة الثنائية digenic للمقاومة في أصناف الكتان والباثوجينية في سلالات الصدأ Melampsora lini (عن Flor سنة ١٩٥٦)

سلالة الصدأ	التراكيب الوراثية لاصناف الكتان الأبوية		التراكيب الوراثية للـ F_2			
	Bombay (II NN)	770B (LLnn)	ln	lN	Ln	L N
٢٢	R	S	S	R	S	R
٢٤	S	R	S	S	R	R
النسبة الملاحظة :			9	43	32	110
المتوقع حسب النسبة ٩:٣:٣:١			12	36	36	108

صنف الكتان	التركيب الوراثى لسلالات الصدأ الابوية: سلالة ٢٢ $(a_L a_L A_N A_N)$	صنف ٢٤ $(A_L A_L a_N a_N)$	التركيب الوراثى لانعزالات الصدأ فى الـ F_2: $a_L a_N$	$A_L a_N$	$a_L A_N$	$A_L A_N$
770B (LLnn)	S	R	S	R	S	R
(Bombay II NN)	R	S	S	S	R	R
النسبة الملاحظة :			5	23	27	78
المتوقع حسب النسبة ٩:٣:٣:١			8	25	25	75

وبناء على ذلك فان سلالات الصدأ التى تحمل اليلات متنحيةللباثوجينية تقدر على اصابة العائل الذى يحمل جينات المقاومة السائدة ولكى تحدث المقاومة لابد أن يحمل العائل والطفيل الجينات السائدة لكل من المقاومة والباثوجينية . ولهذا فان الصنف الذى يحمل المقاومة السائدة فى جميع المواقع يمكن أن يهاجم فقط بسلالة تحمل الباثوجينية المتنحية فى جميع المواقع أيضا .

الأساس الوراثى للعوائل الكشافة

Genetic Basis of Differential Hosts

ان فكرة السلالات الفسيولوجية تعتمد على الاختلافات فى طراز الاصابة Infection type على مجموعة من الأصناف المنتخبة التى يرمز لها "بالمختبرات " أو"بالكشافات " . وطراز الاصابة هو تعبير مرئى لتفاعل التركيب الوراثى للعائل مع التركيب الوراثى للباثوجين فى مجموعة خاصة من الظروف البيئية .

ويمكن التمييز بين سلالات الصدأ فى قدرتها الباثوجينية عن طريق اختبارها على أصناف كشافة ذات تراكيب وراثية مختلفة ومعروفة بالنسبة لجينات المقاومة وأى صنف كشاف يمكنه أن يميز الباثوجين الى فئتين احداهما لها القدرة على مهاجمة العائل والأخرى ليس لها القدرة .والأصناف الكشافة التى تحتوى على جين فردى للمقاومة تعطى تمييزا واضحا فيما للباثوجينية عن الأصناف الكشافة التى تحتوى على أكثر من جين مقاومة واحد . فعندما يحتوى الصنف الكشاف على أكثر من جين واحد للمقاومة فان السلالات التى تفشل فى اصابة هذا الصنف الكشاف (مع أنها تبدو متماثلة) الا أنها تكون خليط من عدة سلالات مختلفة عن بعضها وراثيا كما يتضح من الجدول الآتى :-

جدول - تأثير التركيب الوراثى للأصناف الكشافة على تمييز سلالات الفطر

	التركيب الوراثى لسلالات الفطر	التركيب الوراثى لثلاثة أصناف كشافة		
		(١) (AA BB)	(٢) (AA bb)	(٣) (aa BB)
-١	AA BB	0	0	0
-٢	aa BB	0	+	0
-٣	AA bb	0	0	+
	aa bb	+	+	+

ففى الصنف الأول الذى يحتوى على الأليلين السائدين للمقاومة AA BB أمكن تمييز سلالتين فقط بواسطته لأن السلالات من ١ - ٣ ستميز كأنها سلالة واحدة فى هذا الاختبار . ولو توزع الجينان السائدان للمقاومة A & B كل على حده فى صنفين مختلفين فيمكن تمييز الأربعة سلالات سوياً . وعلى

هذا فانه لتمييز أكبر عدد من السلالات يستعمل فقط الأصناف الكشافة التى يحتوى كل منها على أليل واحد سائد للمقاومة عند موقع واحد . وقد ثبت أهمية استعمال أصناف كشافة تحمل مقاومة عند موقع واحد فقط منذ سنين عديدة فى أبحاث الكتان وتأكدت بعد ذلك .

واقترح Person سنة ١٩٥٩ النماذج النظرية للمقاومة Resistance والتأثر Susceptible التى تعتمد على الأساس النظرى لنظرية gene-for-gene كما فى صدأ الكتان والموضحة فى الجدول التالى :-

جدول - النماذج النظرية للمقاومة والتأثر لثلاثة مواقع جينية بكل منها أليلين والمعتمدة على نظرية gene-for-gene فى العائل والطفيل

أليات الباثوجينية المتنحية فى سلالات الفطر	أليلات المقاومة السائدة فى ثمانية أصناف كشافة								عدد الاصناف المصابة
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	-	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	
-	S	R	R	R	R	R	R	R	1
a	S	S	R	R	R	R	R	R	
b	S	R	S	R	R	R	R	R	2
c	S	R	R	S	R	R	R	R	
ab	S	S	S	R	S	R	R	R	
ac	S	S	R	S	R	S	R	R	4
bc	S	R	S	S	R	R	S	R	
abc	S	S	S	S	S	S	S	S	8
عدد السلالات القادرة على اصابة الصنف الكشاف	8		4			2		1	

ويكشف هذا الجدول الصفات الهامة التالية :-

١ - عدد السلالات التى يمكن تمييزها = $٢^{ن}$ حيث ن = عدد المواقع المختلفة فى العائل .

٢ - هناك صنف واحد (الصنف رقم ١ والذى لا يحتوى أى أليلات مقاومة سائدة) يصاب بجميع السلالات الباثوجينية وعرفه بال "Universal suscept" person

٣ - هناك سلالة واحدة (رقم ٨) محتوية على جميع عوامل الباثوجينية المتنحية تصيب جميع الأصناف الكشافة .

٤ - تقع أصناف العائل فى ٤ مجموعات حسب عدد السلالات التى تصيبها :-

١ - مجموعة ١ : تتكون من صنف واحد (صنف ١) يصاب بجميع السلالات.

٢ - مجموعة ٢ : تتكون من ٣ أصناف (أصناف ٢ ، ٣ ، ٤) تصاب بأربعة سلالات .

٣ - مجموعة ٣ : تتكون من ٣ أصناف (أصناف ٥ ، ٦ ، ٧) تصاب بسلالتين .

٤ - مجموعة ٤ : تتكون من صنف واحد (صنف ٨) يصاب بسلالة واحدة .

وتقع أعداد الأصناف فى هذه المجموعات فى متوالية هندسية (١ - ٢ - ٤ - ٨) وتشكل السلالات أيضا مجاميع حسب نفس المتوالية الهندسية وذلك حسب عدد الأصناف التى يمكن أن تصيبها .

٥ - أصناف العائل التى تحتوى على جين مقاومة واحد (مجموعة ٢) يصاب كل منها بنصف العدد الكلى من السلالات وهذه هى المجموعة التى يمكنها أن تميز كل السلالات الممكنة .

٦ - سلالات الباثوجين التى تحتوى على أليل واحد فقط من أليلات الباثوجينية يمكن لكل منها أن تصيب صنفين كشافين فقط وهما :-

- الصنف المصاب العالمى "Universal suscept "

- وأحد الأصناف التى تحتوى على أليل واحد للمقاومة (أصناف المجموعة الثانية) .

من الاعتبارات والخصائص السابقة لهذا النموذج يمكن أن نرى أن الأصناف الكشافة التى تحتوى على أليلات سائدة مفردة يمكن تمييزها على أســـاس عدد ومجموعة السلالات التى تجعلها متأثرة أو مصابة . أيضا فان من عـــدد السلالات التى تهاجم فقط صنفين كشافين فانه يمكن أن يعمل تقدير لعـــدد المواقع التى تحدد المقاومة فى العائل .

ولقد أوضح Person أن هذا النموذج النظرى كان مطابقـــا للبيانات المأخوذة من مقاومة الأمراض فى كل من الكتان والبطاطس التى كان فيها مظهر العائل اما كامل التأثر أو مقاوم .

* * *

نشوء العلاقة الوراثية الخاصة بالمقاومة للعائل والطفيل

ان مفهوم تطور العلاقة بين العائل والطفيل والتى تبلورت فى نظرية الجين للجين اى علاقة العامل الوراثى فى العائل بالعامل الوراثى فى الطفيل . ولقد افترض ان هذه العلاقة نتجت عن تأثير عوامل الانتخاب المستمر على العلاقة بين الكائنين ، ويمكن تلخيص التصور التطورى لهذه العلاقة كما يلى :

يمكن الافتراض ان الانتخاب الطبيعى سوف يفضل طفرات النبات العائل التى تحكم المقاومة والتى تضع الطفيل فى وضع مضر فى قدرته على اصابة العائل ومن ناحية اخرى فان الانتخاب الطبيعى سوف يفضل الطفرات الحادثة فى الطفيل والتى تزيد من قدرته على احداث الاصابة . وهذا يعنى أن الطفرات التى تمنح العائل قدرة المقاومة وهى مفيدة بالنسبة له تكون فى نفس الوقت مضرة بالطفيل والعكس صحيح ، ويحدث العديد من الطفرات فى كلا الكائنين ولكن هناك نوعين من الطفرات ذات اهمية موجبة من ناحية النشوء ذات مميزات انتخابية وهى الطفرات فى العائل التى تزيد من قدرته على المقاومة وتلك التى تحدث فى الطفيل والتى تزيد من قدرته على الاصابة Virulence .
وطفرات المقاومة الحادثة فى العائل سوف تؤثر على الطفيل ونظرياً هو الحصول فى النهاية على عشيرة من العائل كلها مقاومة والوصول الى هذه الحالة سيضر جدا بانتشار وحياة الطفيل . ومن ناحية اخرى باستمرار حدوث طفرات الاصابة فى الطفيل سيؤدى ذلك الى نقطة بعدها سيكون هناك ضرر شديد جدا بالنبات العائل الذى يعيش عليه الطفيل ، وتحت هذه الظروف يبدأ العائل فى التطور نحو المقاومة وحدوث الطفرات فى كل من العائل والطفيل عملية مستمرة وبذلك ينشأ نظام ديناميكى ينتج عنه تفاعل عوامل العائل مع عوامل الطفيل مما ينتج عنه حدوث نوع من التوازن بين كلا الكائنين .

المقاومة فى العائل Host Resistance

قسمت المقاومة فى النبات العائل من حيث رد فعله عند الاصابة بسلالات فسيولوجية مختلفة من الباثوجين ودرجة ثبات المقاومة ونوعية العوامل الوراثية المتحكمة فى المقاومة الى نوعين :

١ - المقاومة المتخصصة (الرأسية) Differential or Vertical Resistance

وهذه المقاومة تتميز بأنه من السهل على المربى دراستها حيث يتحكم فى وراثتها عدد قليل من العوامل الوراثية Oligogenic أو زوج واحد من العوامل Monogenic كما انه من السهل معرفة ما اذا كانت هذه المقاومة تنتقل كصفة سائدة أو متنحية ويمكن تقسيم النباتات فى هذه المقاومة الى مجاميع واضحة محددة . وهى تؤخر بدء الاصابة وغالبا مرتبطه بفرط الحساسية Hypersensitivity وهى تكسب العائل مقاومة ضد سلالات معينة دون سلالات اخرى . واستعملت هذه المقاومة بكثرة فى برامج التربية المقاومة .

٢ - المقاومة غير المتخصصة : Uniform or Horizontal Resistance

وفى هذا النوع من المقاومة فان العوائل لاتتباين فى تفاعلها مع سلالات الطفيل المختلفة ، ويتحكم فيها عوامل وراثية متعددة القليلة التأثير Minor genes ومن الصعب دراسة وتداول هذه المقاومة علاوة على تأثرها الكبير بالبيئة . ومازال استعمال هذا النوع من المقاومة يكتنفه الصعاب

تأثير المقاومة المتخصصة وغير المتخصصة على تقدم الوباء :

ان القاعدة العامة للكائنات المسببة للامراض ان المقاومة المتخصصة تؤخر الاصابة بينما المقاومة غير المتخصصة تبطء انتشار الاصابة بعد بدايتها .

ومن الناحية التطبيقية فان المقاومة المتخصصة تقلل من كميــــــة اللقاح الفعال الذى منه تبدأ الاصابة وعلى ذلك فهى توءخر بدء الاصابــــة فبافتراض انه لدينا حقلان :

حقل مزروع بالصنف (أ) به عوامل مقاومة متخصصة R_1

وآخر مزروع بالصنف (ب) ليس به عوامل مقاومة R أى لاتوجد بـــــه اى عوامل مقاومة •

الصنف (أ) (به عوامل مقاومة) سوف تقاوم حوالى ٩٩ ٪ من كمية الجراثيم المعرض لها كلا الحقلان بينما الحقل (ب) سوف يصاب بـ ١ ٪ الباقية بالاضافـــة الى الـ ٩٩ ٪ حيث ان هذا الحقل ليس له اى مقاومة بينما الصنف أ **يصاب** الـ ١ ٪ وينتج عن ذلك ان كمية الجراثيم القادرة على اصابة العائل الغيـــر مقاوم ستكون اكثر بمقدار ١٠٠ مرة عن تلك القادرة على اصابة الصنف العائـــل المقاوم وعلى ذلك فان المقاومة المتخصصة قد قللت من جراثيم بدء الاصابـــة بمقدار $\frac{1}{100}$ مما كان يمكن ان يصيب العائل فى غياب هذه المقاومة ويبـــدأ الوباء بالحقل المقاوم عندما تصل الجراثيم الى الدرجة التى تحدث الوبـــاء ويأخذ ذلك فترة تعادل تضاعف الجراثيم ١٠٠ مرة وللاسف فان المعلومـــــات المعروفة عن المقاومة غير المتخصصة ليست كثيرة ومازال حتى الآن غيـــر كاملة ويبدو ان تأثير المقاومة هى محصلة عوامل كثيرة ومتعددة ومعقـــدة يوءثر فيها الصنف المقاوم على دخول الكائن المسبب للمرض الى انسجتـــه ويوءثر فيها على انتشاره ونموه وتكاثره داخل الانسجة ، وهناك العديد مـــن العوامل البيئية التى توءثر فى المقاومة غير المتخصصة ولذلك فان المحصلـــة النهائية للمقاومة غير المتخصصة هى تبطىء انتشار المرض بعد الاصابة •

التفسير الوراثى لطرز المقاومـــة

ذكر Van der Plank (1968) ان المقاومة الغير متخصصـــة محكومة بجينات غير متخصصة بالمقاومة Non-specialized genes اى انها عوامل وراثية تنظم العمليات الحيوية فى النبات وهو افترض انهـــا

ممكن ان تكون عوامل متعددة Polygenic & Oligogenic

اما Nelson et al,(1970) فلقد قرروا ان المقاومة المتخصصة والمقاومة غير المتخصصة فيحكمها نفس العوامل الوراثية ولكن عندما يوجد كثير من الجينات فهى تعمل كمقاومة غير متخصصة ، ولقد ذكروا انه هناك احتمال انه ليست كل عوامل المقاومة الغير متخصصة تعمل كمقاومة متخصصة .

اما عبد الله (١٩٧٠) فلقد ذكر باحتمال وجود طرزين من المقاومة غير المتخصصة وهى المقاومة غير المتخصصة ذات الجينات المختصة بالمقاومة gene specialized uniform resistance والاخرى ذات العوامل الغير مختصة gene non specialized وافترض ان الاخيرة محكومة بعوامل تتحكم فى الصفات الاخرى ومن ثم تساهم بطريق غير مباشر فى المقاومة ، اما الاولى فهى يتحكم فيها العديد من الجينات التى توءثر مباشرة فى المقاومة والتى تحدد المقاومة الغير متخصصة العامة race non specific resistance "Primary general" التى تنتج المواد الضرورية للمقاومة والتى من المتوقع انها تحدث فى انواع العائل بتأثير الطفيل نفسه .

ولقد افترض عبد الله (١٩٧٠) ايضا ان المقاومة المتخصصة وغير المتخصصة ذات العوامل الخاصة متكاملين .

انتشار الاصناف ذات المقاومة المتخصصة والتأثير عليها

تعطى المقاومة المتخصصة مقاومة كاملة ضد سلالات فسيولوجية معينة من الباثوجين دون سلالات اخرى ، وهذا يشجع الزراع على زراعة الاصناف المقاومة مما يوءدى الى اندثار الاصناف القابلة للاصابة ، وهذا يوءدى الى انتشار سلالات فسيولوجية من الكائنات المسببة للمرض (أما جديدة أو كانت موجودة اصلاً بنسبة بسيطة جدا) قادرة على اصابة هذه الاصناف المقاومة . ومن الطبيعى ان هذه السلالات المنتشرة ستكون ذات تراكيب وراثية بها عوامل

الاصابة وقادرة على التغلب على عوامل المقاومة الموجودة فى العائل وبالتالى ستكون هذه السلالات اكثر مقدرة على الاصابة More virulent عن مثيلتها التى كانت منتشرة من قبل والسبب الاساسى لظهور أو انتشار هذه السلالات هو انتشار زراعة الاصناف ذات المقاومة المتخصصة ٠

المقاومة المتخصصة فى العائل والانتخاب للتوازن فى الكائن المسبب للمرض

من الابحاث التى اجريت على توزيع سلالات فطر الندوه المتأخرة Phytophthora infestans فى البطاطس وجد انه فى حالة أخذ عينات من اصناف البطاطس تابعة لمجموعة ٢٣ (أى لاتوجد بها أي عوامل مقاومة) كان توزيع السلالات الفسيولوجية كالتالى (١):

يظهر من الشكل ان السلالات الاكثر شيوعا هى الاقل قدرة من ناحية الاصابة Virulence بينما السلالات الحاملة للـ Virulence الغير ضرورى توجد بنسبة ضئيلة ٠ ويجب ملاحظة ان اصناف العائل ٢٣ يمكن أن تصيبها اى سلالة فسيولوجية ، ويمكن ترتيب السلالات من حيث مقدرتها على الاصابة Virulence الى o اقلهم يليها 4 ثم 1 ، 2 ، 3 ثم تكثر قدرة السلالات على الاصابة حتى نجد ان السلالة 1•2•3•4 هى اكثرهم Virulence وبالتالى فانه جميع هذه السلالات باستثناء السلالة 0 اكثر Virulence عما يجب لمهاجمة rr٠ ويعنى هذا التوزيع ان السلالات الحاملة للـ Virulence الغير لازم ليس لها كفاءة تنافسية مقارنة بالحاملة للـ Virulence اللازم ٠

وبدراسة اصناف البطاطس الحاملة لعوامل R يماثل نفس التوزيع السابق وكقاعدة عامة فان اكثر السلالات تواجداً على اى عائل هى تلك الحاملة للـ Virulence اللازم فقط وان الـ Virulence الغير مطلوب يقلل من القدرة

على البقاء وهذا يعنى ان سلالات الكائن المسبب للمرض وتوزيعها يتوقف على العوامل الوراثية المقاومة المتواجدة فى العائل . وان العوامل الوراثية الموجودة فى العائل تحدث نوعا من الانتخاب للكائن المسبب للمرض وان ادخال اى تراكيب وراثية جديدة فى العائل سينتج عنها اخلال التوازن الموجود بين العائل والطفيل .

وقد بينا فيما سبق كيف يتأثر الكائن المسبب للمرض نتيجة وجود عوامل Virulence غير ضرورية . ولقد اثبتت الابحاث ان وجود عشائر من العائل بها نسبة من النباتات المقاومة (حوالى ٤٠ ٪ فى الشوفان) يمكن ان تحمى العائل من انتشار المرض . لان وجود مثل هذا العدد وهذه النسبة من النباتات المقاومة تحت الظروف العادية يمكنها ان تعترض انتشار الباثوجين . وسواء قاس الكائن الممرض فى حيويته نتيجة وجود عوامل Virulence غير ضرورية به أو اعتراض انتشاره بواسطة النباتات المقاومة فان المحصلة النهائية ستكون انقاص وتخفيض درجة العدوى . وتخفيض درجة العدوى هى احدى الصفات الهامة فى المقاومة غير المتخصصة ولهذا يمكن القول ان الاصناف متعددة السلالات تكون مشابهة فى تأثيرها الى حد كبير لعمل المقاومة غير المتخصصة .

الاصناف متعددة السلالات Multilines varieties

يعتبر استخدام الاصناف متعددة السلالات احدى السبل الهامة للاستفادة من المقاومة المتخصصة ، ومن الطبيعى ان فائدة هذه الاصناف يتعدى مقاومة الامراض الى زيادة المحصول . ولبيان فائدة الاصناف متعددة السلالات من ناحية مقاومتها للامراض لنفترض ان هناك ٤ عوامل وراثية تحكم المقاومة فى العائل (R_1 & R_2 & R_3 & R_4) وان كل جين منها موجود فى سلالة من السلالات التى يتكون منها بالتساو صنف المحصول المتعددة السلالات . وان سلالات الباثوجين الفسيولوجية التى يمكنها التغلب على هذه السلالات

هى ١ على R_1 وهكذا 4 على R_4 . ونفترض ايضا ان الصنف كان منزرعـــــا لفترة طويلة وان الكائن المسبب للمرض كان له الوقت اللازم لكى يوءقلــــم نفسه على هذا الصنف وبناء اً على التراكيب الوراثية لسلالات صنف العائل فانـــه نتوقع الحالات الاتيـــة :

- السلالة الفسيولوجية 1.2.3.4 يمكنها ان تهاجم جميع ســـلالات الصنف دون أن يقاومها اى نبات ولكنها على كل سلالة يوجد ٣ عوامل Virulence زائدة مما يوءثر فى حيويتها وقدرتها على البقاء .
- اما السلالات الفسيولوجية 1.2.3& .1.2.4 & .2.3.4 يمكن لكل منهــا ان تهاجم ٣ سلالات من مكونات صنف العائل ويقاوم كل سلالة باثوجين من هـــذه السلالات ٢٥ ٪ من نباتات هذا الصنف وكل سلالة فسيولوجية منهم تحتوى علـــى عاملين Virulence غير لازمين وبالتالى تتأثر قدرتهم الحيوية .
- اما السلالات الفسيولوجية 1.2 & 1.3 & 1.4 & 2.3 & 3.4 فيمكن لكل منها ان تهاجم سلالتين من سلالات الصنف متعدد السلالات وسيقاوم كل سلالـــة فسيولوجية من هذه السلالات ٥٠ ٪ من نباتات الصنف المتعدد ولكن كل سلالـــة من هذه السلالات الفسيولوجية تحمل كامل Virulence واحد ضرورى واخـــرى غير ضرورى مما يرفع من قدرتها الحيوية عن السلالات السابق ذكرها آنفا .
- اما السلالات الفسيولوجية 4 & 3 & 2 & 1 فكل منها يمكنها مهاجمـــة احدى السلالات المكونة للصنف وكل منها لاتحتوى على اى عوامل Virulence غير لازمة وبالتالى تزداد قدرة كل منهما الحيوية ويقاوم كل سلالة من هـــذه السلالات ٧٥ ٪ من النباتات المزروعة .

وتحت مثل هذه الافتراضات فان السلالات الفسيولوجية للباثوجين ســـوف تتأثر سواء فى قدرتها الحيوية نتيجة الـ Virulence الغير لازم أو مقاومة بعض نباتات العائل لها فى الحقل أو من كلا العاملين .

علاقة مقدرة الاصابة بمدى شدتهـــــا

Virulence and Aggressiveness

عادة مايتحكم فى القدرة على احداث الاصابة virulence عوامل وراثية بسيطة اى انها من الصفات الوصفية توارثا الا ان مقدار شدة الاصابـــة aggressiveness تورث كصفة كمية اى يتحكم فيها عدد كبير مـــــــن العوامل ولقد بينا فيما سبق انه كلما زاد الـ virulence قلـــت مقدرة السلالة أو شدة اصابتها وبمعنى آخر ان السلالات الاكثر virulence تكون اقل aggressiveness على العائل وحينما يقوم المربى بتربية اصناف العائل وادخال عوامل وراثية متخصصة فى المقاومة فانه بذلك يتوقـــع ان السلالات القادرة على مهاجمة العوامل هى سلالات virulence وكلما زاد عـــدد العوامل الوراثية فى المقاومة المتخصصة فى العائل كلما زاد Virulence فى السلالات الفسيولوجية حتى يمكنها مهاجمة العائل ٠

الا ان زيادة الـ virulence لايتبعها زيادة فى مقدرة الكائن الممرض على مهاجمة الاصناف القابلة للاصابة بل على العكس تقل شدة الاصابة على تلـــك الاصناف ومن ناحية اخرى فان المقاومة غير المتخصصة يمكن التغلب عليهـــا بزيادة الـ .agg فى السلالات الفسيولوجية وبذلك تتغلب هذه السلالات علـــى المقاومة غير المتخصصة وتظهر الزيادة فى الـ aggressiveness للسلالات الفسيولوجية على الاصناف المقاومة أو القابلة للاصابة وبالرغم من ان المقاومة الغير متخصصة يمكن التغلب عليها بواسطة السلالات الاكثر شراهة الا أن ظهـــور مثل هذه السلالات ليس بالسرعة التى تظهر فيها السلالات الاكثر مقدرة على احداث الاصابة (virulent) ٠

ولهذا تعتبر المقاومة غير المتخصصة اكثر ثباتا من المقاومة المتخصصة وهناك حدود لظهور السلالات الـ aggressive لان الشراهة مرتبطة بالعوامـــل الوراثية الكمية ومرتبطة بالنظرية الوراثية للانتخاب ٠

ويجب ان نعرف انه فى الصفات التى تورث كميا فان الافراد المتوسطة فى العشيرة هى التى تعيش احسن من الشواذ فى كلا الطرفين .

وبعبارة اخرى فان السلالات المتوسطة فى الشراهة وليست الشاذة أو القليلة الشراهة هى افضل السلالات القادرة على المعيشة الا أن عدد العوامل الوراثية الكثيرة كما فى المقاومة غير المتخصصة سيكون له اثر فى ثبات هذه المقاومة مما يستدعى للتغلب على المقاومة الغير متخصصة حدوث تغيرات فى عدد كبير من العوامل الوراثية فى الكائن الممرض حتى يمكنه مهاجمة العائل .

استخدام المقاومة فى نبات العائل :

مازال هناك مناقشات دائرة ومجادلات عن مدى استخدام المقاومة فى النبات العائل - فبعض المربين يذكر استخدام المقاومة المتخصصة والبعض الآخر يفضل استخدام المقاومة غير المتخصصة (والبعض الآخر يفضل استخدام النوعين) وبعض العلماء ينادى بادماج كلا النوعين معا فى نفس العائل الا انه قد يلاحظ :

ان المقاومة غير المتخصصة اكثر ثباتا وليس من السهل التغلب عليها بواسطة السلالات الجديدة وفى مثل هذا النوع من المقاومة فان نباتات العائل لاتختلف فى رد فعلها عند وجود سلالات الكائن المسبب للمرض كما انه باستخدام المقاومة غير المتخصصة يوجد نوع من التوازن يمنع التغير السريع أو الفجائى فى السلالات الفسيولوجية كما انه عادة لايسمح بسيادة سلالات معينة .

ومن المعروف ان المقاومة غير المتخصصة تفرض على الكائن الممرض معوقات مختلفة منها معوقات لاختراق انسجة العائل ومعوقات لانتشاره فى انسجة العائل ، لذا فان المقاومة غير المتخصصة لاتعطى مناعة للعائل ولكنها ايضا لاتعطى الفرصة للطفيل للتغير السريع .

ومن الجدير بالذكر ان المقاومة غير المتخصصة يصعب استعمالها وادخالها داخل العائل نتيجة انها تعتمد على العوامل المتعددة الكمية . ويتأثر

استخدامها فى المحاصيل الذاتية الاخصاب نتيجة التربية الذاتية المستمرة .

اما عن المقاومة المتخصصة فهى توخر بداية الاصابة وهى تعطى العائل مناعة ضد الاصابة بسلالات فسيولوجية معينة ، وهذا النوع من المقاومة يعتمد على عدد بسيط من العوامل الوراثية ولهذا يسهل ادخاله فى برامج التربية ومن اهم مساوىء المقاومة المتخصصة انها تتكسر break down بسرعة نتيجة لسرعة ظهور سلالات فسيولوجية جديدة خصوصا اذا ما انتشرت زراعة احد الاصناف المقاومة أو عدة اصناف ذات تراكيب وراثية متماثلة . الا انه بزيادة عدد العوامل الوراثية المقاومة داخل الصنف الواحد ، فاننا نتوقع ان تكون السلالات الجديدة اكثر مقدرة على الاصابة more virulent وبالتالى فانها ستكون اقل شراهة less aggressive

ويمكن التقليل من مضار المقاومة المتخصصة وذلك بما يلى :

١ - زراعة الاصناف ذات التراكيب الوراثية المختلفة من ناحية المقاومة وذلك لتقليل معدل ظهور السلالات الفسيولوجية لاقل مايمكن .

٢ - تحديد المساحة التى يمكن ان تزرع بصنف واحد أو عدة اصناف ذات تركيب وراثى متماثل من حيث المقاومة .

٣ - اذا كان المحصول يزرع فى مواعيد مختلفة أو ان اصنافه مختلفة فى مواعيد النضج فانه يفضل ادخال عوامل المقاومة المتخصصة فى الاصناف المتأخرة ضد السلالات الباثوجينية القادرة على اصابة الاصناف المبكرة ويمكن عندئذ ترك الاخيرة بدون ادخال المقاومة فيها .

٤ - يمكن استخدام الاصناف التركيبية أو متعددة السلالات .

.. - .. - ..

التربية لمقاومة الحشائش المتطفلة
Breeding for Resistance to Parasitic Weeds

يوجد العديد من النباتات الزهرية المتطفلة أو الشبه متطفلة Semi-parasitic تهاجم النباتات الاقتصادية ، ولقد عرف حوالى ٢٥٠٠نوع نباتى متطفل تنتمى على الاقل الى حوالى ١٠ عائلات نباتية • وتسبب نسبة قليلة جدا من هذه النباتات الطفيلية ضررا واضحا للنباتات الاقتصادية المزروعة ، واهم هذه النباتات الزهرية المتطفلة هى الهالوك والعدار والحامول •

الهالوك Broomrapes (*Orobanche* spp.

ويتبع العائلة الهالوكية Orobanchaceae ويشمل جنس الهالوك انواع تأخذ اهميتها فى انها تتطفل على جذور عوائلها • وينتشر الهالوك بصفة عامة فى المناطق الحارة والمعتدلة الجافة والمناطق تحت الاستوائية وفيما يلى بيان بأهم العوائل الاقتصادية لإهم أنواع الهالوك :

نوع الهالوك	اهم العوائل
O. aegyptiaca	الفول البلدى ـ القطن ـ الكرنبيات ـ القرعيات البطاطس الدخان ـ والطماطم •
O. cernua	عباد الشمس ـ الدخان ـ الطماطم
O. muteli	الباذنجان ـ الدخان ـ الطماطم
O. ramosa	الكرنبيات ـ القطن ـ الخس ـ القنب ـ البطاطس
O. brassica	عباد الشمس ـ الدخان ـ الطماطم
O. cumana, *O. minor*	الكرنب ـ الطماطم
O. crenata, *O. lutea*	البقوليات ـ عباد الشمس

وعادة تظل بذور الهالوك فى التربة حية لعدة سنوات ولاتنبت الا بجوار عائلها المناسب تحت تأثير الافراز الجذرى لهذا العائل المنبه لانبات بذور الطفيل وبعد الانبات يخرج تركيب شبيه بالجذر يتكون منه بعد ذلك ممص يخترق انسجة جذور العائل ثم يحدث الاتصال بين انسجة الخشب لكل من الطفيل والعائل بينما لم يسجل اتصال بين لحاء الطفيل ونظيره فى العائل ويمتص الطفيل احتياجاته المائية والغذائية من العائل مما يسبب ضررا له يبدأ من معاناة الطفيل من العطش نتيجة لارتفاع الضغط الاسموزى لانسجة العائل عنه فى الطفيل ويعانى العائل من استنزاف الغذاء وقد يؤدى ذلك الى موته وفشل الحصول على غلة من هذا العائل .

التربية المقاومة للهالوك :

سجلت التربية لمقاومة الهالوك تقدما ملموسا فى العديد من اصناف المحاصيل الهامة مثل عباد الشمس ، الطماطم ، الدخان ، والفول البلدى وفيما يلى استعراض لبعض النقاط الهامة فى هذا المضمار :

تربية عباد الشمس لمقاومة هالوك سرنوا :

تعتبر مقاومة عبد الشمس لهالوك سرنوا من الاهداف الثابتة فى برامج تربية عباد الشمس فى الاتحاد السوفيتى وشرق اوربا ،ولقد بدأ ذلك الاهتمام منذ عام ١٩١٠ وتحت اشراف العالم Pustovoit حيث انه باتباع طريقة الانتخاب الفردى مع اختبار النسل ثم انتخاب ٦٧ عائلة Family الا ان هذه العائلات لم تكن مقاومة بصورة كاملة حيث كان ٤٠ ٪ فقط قليلة التأثر بتطفل الهالوك . وفى عام ١٩١٣ تم انتخاب ٢٤٠ عائلة كان منها ٧٨ ٪ قليلة التأثر والباقى شديدة التأثر . اما فى عام ١٩١٤ ولاول مرة فلقد تم الحصول على حوالى ١٩ ٪ من العائلات التى تتميز بمقاومة كبيرة فى الحقول الموبوءة والباقى تميزت بأنها كانت قليلة التأثير بتطفل الهالوك . وفى عام ١٩٢٥ كان ٩٥ ٪ من اراضى عباد الشمس مزروعة بأصناف

ناتجة من برنامج Pustovoit لمقاومة الهالوك . وفى الحقيقة انه فى الفترة من ١٩٢٥ -١٩٢٨ عندما تم التوسع فى زراعة هذه الاصناف أو العشائر المقاومة للهالوك فانه فجأة فقدت هذه الاصناف صفة المقاومة ولقد أثبتت دراسات عديدة ان عشائر هالوك سرنوا فى هذه المناطق (والتى سميت بالسلالة A) قد تغيرت من الناحية الباثوجينية عما كانت عليه وظهرت سلالة جديدة سميت بالسلالة B ، ويجدر الاشارة ان التربية لمقاومة السلالة B كانت اصعب من التربية لمقاومة السلالة A حيث وجد ان السلالة B تتكون من عشائر مختلفة وعلى درجة عالية من عدم التجانس Very heterogeneous بالنسبة لشراهتها فى احداث العدوى Aggressiveness وانه للتغلب عليها لابد من تربية عباد الشمس لكل العشائر التى تتكون منها هذه السلالة وانه لابد لصنف عباد الشمس لكى يقاوم هذه السلالة ان يحتوى على مقاومة مركبة لكل ألتراكيب الموجودة فى هذه السلالة .

واتبع ايضا Pustovoit <u>طريقة التهجين النوعى</u> Interspecific hybridization كطريقة للبحث عن مصادر مقاومة للهالوك حيث تمكن من التهجين بين الانواع المزروعة والبرية المتضاعفة ثم اتبعت طريقة التهجين الرجعى للانواع المزروعة .

وحديثا نجح العلماء الروس فى نقل جينات المقاومة من الانواع البرية <u>H.tuberosus</u>, <u>H.petiolaris</u>, <u>H.lenticularis</u> الى الاصناف المزروعة عن طريق التهجين الرجعى والتربية الداخلية المتبوعة بالانتخاب المتكرر مما ساعدهم فى الحصول على اصناف عباد شمس جديدة مقاومة للهالوك ذات صفات مرغوبة .

وطريقة تقييم وغربلة المصادر الوراثية التى يتبعها العلماء الروس لاتختلف كثيرا عن الطريقة القديمة التى اتبعها Pustovoit فى بحوثه الاولى حيث ان المصادر الوراثية كانت تزرع فى قصارى معداه صناعيا بالعدوبة مع توفير الظروف المناسبة لنمو كل من عباد الشمس والهالوك ثم

يتم اختبار اصابة جذور العائل بالهالوك وبناء ا عليه يتم غربلة هذه المواد وانتخاب النباتات المقاومة ·

ويجدر الذكر ان races A و B لايختلفان عن بعضهما فقط فى الاصناف التى تصيبها بل ايضا فى مجموعة الصفات المورفولوجية والفسيولوجية فلقد لوحظ ان نباتات عباد الشمس المقاومة للسلالة A تتميز بانتفاخ جذورها تحت منطقة الاصابة ، وهذا التورم لايظهر فى نباتات اصناف عباد الشمس المقاومة للسلالة B المركبة ولقد فسر هذا التورم بانه نتيجة لموت الممصات الطفيلية داخل انسجة العائل ·

ويجب توقع ظهور سلالات جديدة من هالوك سرنوا ففى بلغاريا عام ١٩٧٠ وصفت سلالة جديدة من السرنوا تختلف عن تلك السلالتين السابق وصفهما فى الاتحاد السوفيتى · ووصفت Bchvarova عام ٧٨ ، ١٩٧٩ ٥ طرز من السرنوا تختلف فى قدرتها على الاصابة بالاضافة الى صفاتها المورفولوجية المبنية على اختلافها فى تركيب الميسم · وفى رومانيا عام ١٩٨١ وجد العلماء ايضا ٥ سلالات جديدة من عشائر سرنوا الرومانية واستطاعوا التوصل الى عوامل المقاومة بالعائل النظيره لهذه السلالات ($R_1 - R_5$) ووجد ان المقاومة من R_2 حتى R_5 محكومة بـ ٤ ازواج من الجنيات (Or_2 - Or_5) وأن العامل الوراثى Or_5 يعطى مقاومة لكل سلالات الهالوك الخمسة (A,B,C,D,E) أما Or_4 فيعطى مقاومة للسلالات A,B,C,D ولكن Or_3 فيقاوم A,B,C واخيرا Or_2 يقاوم A, B

وليس معروفا بالضبط ما اذا كانت هذه السلالات الخمسة انها سلالات مستقلة أو تحت سلالات للسلالة الاصلية المركبة B ·

اما من ناحية وراثة صفة المقاومة فى عباد الشمس لهالوك سرنوا فلقد اوضحت دراسات العلماء الروس خلال الفترة من ١٩٣٩ حتى ١٩٦٤ أن الجيل الاول الهجين بين الاصناف القابلة للاصابة والمقاومة من عباد الشمس الظهرية

درجة مقاومة متوسطة Intermediate كما ان تحسين الانتخاب Selection response كان ضئيلا مما يؤكد ان صفة المقاومة تسلك سلوكا كميا . الا أن النتائج الحديثة تشير الى ان المقاومة يحكمها موقع واحد ذو اليلين وان المقاومة سائدة وتسلك سلوكا يشبه علاقة الجين للجين المعروفة ، فى حين ذكر البعض الآخر انه يحكمها زوجين من العوامل الوراثية المتكاملة Complementary genes .

ومن حيث ميكانيكية المقاومة فى عباد الشمس للهالوك ، فلقد اقترح Pustovoit عام ١٩٢٨ انها تحدث بفعل العصير الخلوى والكالوس مما يسبب تورم فى طريق ممصات الطفيل اما فى عام ١٩٣٩ فلقد ذكر أن المقاومة عبارة عن اعاقة الاختراق مما يسبب موت الطفيل ، اما Antonova (1978) فلقد اشار الى أن المقاومة تحدث نتيجة تراكم مركبات شبيهة باللجنين فى خلايا جذور العائل المصاب .

تربية الطماطم لمقاومة هالوكى ايجيبتياكا وسرنوا

معظم الابحاث تشير الى انه قد يوجود مصادر من الطماطم تظهر مع الايجيبتياكا تحمل أو مقاومة متوسطة اما بالنسبة للسرنوا ففى تجربة لمقاومة ٤١ صنف تجارى من الطماطم لمدة ٤ سنوات لم يلاحظ سوى صنف واحد اظهر مقاومة متوسطة اما Abdeev & Shcherbinin (1978) فلقد وجدوا من خلال تقييم ٢٠ صنف طماطم لمدة ٣ سنوات فى تربة موبوءة بالهالوك سلالة من الطماطم (UZ-1) بها ٢٥ - ٧٠ ٪ من النباتات خالية من الهالوك اظهرت مناعة عندما زرعت فى قطع حلقية موبوءة طبيعيا بالهالوك . ولقد امكن انتخاب العديد من التراكيب الوراثية المتحملة والمقاومة للهالوك فى نسل السلالة UZ-1 .

ولقد اقترح ان مقاومة الطماطم لهالوك ايجيبتياكا تبدو سائدة أو ذات سيادة فائقة Overdominance وانه يتحكم فيها ٢ - ٣ ازواج

من الجينات الرئيسية Major genes و٢ - ٤ ازواج من الجنيات قليلة التأثير Minor genes .

وحديثا تمكن هؤلاء العلماء من الحصول على سلالة اصيلة للمقاومة وهى PZU-11 عن طريق الانتخاب من السلالة UZ-1 السابق الاشارة لها ، وانه فى هذه السلالة الجديدة يتحكم زوج واحد من العوامل الوراثية فى المقاومة . وتتمثل ميكانيكية المقاومة فى الطماطم فى أن السلالات المقاومة يمكنها اعاقة عملية اختراق ممصات الهالوك داخل الجذور .

مقاومة الفول البلدى لهالوك كريناتا

كانت فترة السبعينات فترة نشطة فى محاولة التغلب على هالوك كريناتا فى الفول البلدى ، حيث انه ينتشر اساسا فى حوض البحر الابيض المتوسط ويسبب خسائر قد تصل الى فشل الحصول على غلة من الارض الموبوءة. ويجب أن نذكر انه حتى الآن لم يسجل اى صنف أو سلالة من الفول البلدى مقاومة لكريناتا ولكن امكن الحصول على العديد من التراكيب الوراثية للعائل التى تندرج تحت التحمل .

وبالنسبة للتربية المقاومة فى الفول البلدى لهالوك كريناتا فهناك العديد من المشاكل التى تكتنفها منها عدم ثبات سلوك الاصناف المتحملة تحت الظروف البيئية المختلفة ولقد اثبتت الابحاث الجارية بقسم المحاصيل كلية زراعة القاهرة - ان الظروف البيئية واختلاف طرز الهالوك البيئية Biotypes فى قدرتها التطفلية من منطقة لاخرى كانت اهم المسببات الرئيسية فى عدم ثبات سلوك اصناف العائل علاوة على عامل درجة اصابة التربة ببذور الطفيل بالاضافة الى ان صفة المقاومة اساسا معقدة وراثيا .

حيث أظهرت سلالات الفول البلدى سلوكا متغيرا من ناحية تحملها للهالوك باختلاف الظروف البيئية كما ان بذور الهالوك التى جمعت من مناطق جغرافية مختلفة اظهرت قدرات تطفلية مختلفة على العائل الواحد ، كما أن سلالات

العائل اظهرت تباينا فى تأثرها بعشائر الطفيل .

ولقد اقترح العديد من الباحثين ميكانيكيات مختلفة فى مقاومة أو تحمل الفول البلدى لهالوك كريناتا فى الاتى :

١ - قد ترجع الى قلة أو عدم فاعلية المنبهات التى تفرز من جذور العائل مما قد يوءثر على انبات بذور الطفيل .

٢ - وقد ترجع الى عدم قدرة ممصات الطفيل على اختراق انسجة جذور العائل وذلك بسبب قوة خلايا جذور العائل أو وجود طبقات لجنين بها .

٣ - وقد يحدث ان تنبت بذور الطفيل وتخترق ممصاته انسجة جذور نبات العائل ، ولكن العائل يستطيع تحمل استنزاف الطفيل للمواد الغذائية والماء منه ويعتقد ان الحالة الاخيرة هى اهم الميكانيكيات التى يحتمل وجودها فى الفول البلدى الذى يتحمل الهالوك .

ولقد اثبتت ابحاث قسم المحاصيل - زراعة القاهرة - بالاضافة الى ابحاث بعض العلماء الهولنديين ان عدد نباتات الهالوك المتطفلة على العائل لايعتبر معيارا سليماً لمقاومة الفول البلدى للهالوك ، حيث انه فى كثير من الاحيان يكون قلة عدد نباتات الهالوك على العائل راجعا لضعف نمو نبات العائل نفسه وليس مقاومة منه حيث لايستطيع العائل الضعيف تغذية وامداد نباتات هالوك كثيرة ، لذا فقد اقترح درويش (١٩٨٧) ان يعدل عدد نباتات الهالوك بالنسبة لقوة نبات العائل اصلا فى حالة عدم اصابته بالهالوك بمعنى أن يحسب عدد نباتات أو وزن الهالوك بالنسبة لكل ١٠٠ جم مادة جافة ينتجها نبات العائل السليم ، ولقد سمى هذا المقياس " معامل التطفل النسبى Relative Parasitism index (RPI) " .

وبالتالى يمكن مقارنة السلالات المختلفة من الفول البلدى بغض النظر عن مدى اختلافها فى كمية المادة الجافة التى اساسا تكونها . ومع ذلك فلقد وجد ان معامل التطفل النسبى لايعكس مقدار التدهور الحادث فى قوة وغلة العائل المصاب ، مما استدعى معه ضرورة ربط ذلك بمقدار تدهور العائل

نتيجة الاصابة بقياس النسبة المئوية لتدهور تكوين المادة الجافة أو الغلة للعائل المصاب . وبناء على ذلك فلقد اقترح رضوان وآخرون (١٩٨٨) طرز المقاومة الاتية :

		RPI قليل	RPI كبير
تدهور المحصول	قليل	مقاومة خارجية + مقاومة داخلية	لا مقاومة خارجية + مقاومة داخلية
	كثير	مقاومة خارجية + لامقاومة داخلية	لامقاومة خارجية (شديد القابلية للاصابة) + لامقاومة داخلية

ويجدر الذكر ان الـ RPI تعكس درجة تطفل الهالوك اما تدهور الغلة فهي دليل على مدى تحمل العائل داخليا لهذا التطفل .

اما من حيث فاعلية الانتخاب فى تربية اصناف الفول البلدى لمقاومة الهالوك ، فلقد اثبتت العديد من الدراسات ان الانتخاب الطبيعى كان له أثر كبير على تشكيل عشائر طبيعية من الفول مقاومة للهالوك وبالنسبة للانتخاب الصناعى فنظرا لانه يجرى تحت ظروف الحقول الموبوءة طبيعيا والتى لايمكن ضمان تجانس العدوى بها تماما فانه اقترح لرفع كفاءة عملية الانتخاب ان يتم التقييم والانتخاب فقط بين النباتات المصابة بالهالوك وتجنب تلك الخالية من الاصابة ، حيث انه لاتضمن مقاومة تلك الخالية من الاصابة . ويراعى زراعة جزء نسل المنتخبات فى السنة التالية فى قطع خالية من الاصابة لتقدير درجة تدهور الغلة نتيجة الاصابة بالهالوك . ولقد اقترح العديد من البحاث اجراء الانتخاب سنة بعد اخرى واتاحة الفرصة للنباتات المرغوبة

للتلقيح المشترك حتى يمكن تجميع اكبر عدد من ألعوامل الوراثية المسئولة عن تحمل الهالوك فى عشيرة واحدة وذلك لنباء المقاومة الافقية Uniform Resistance وفى هذه الحالة يفضل اجراء الانتخاب تحت ظروف العدوى بعشائر هالوك مختلفة وذلك لتوسيع قاعدة المقاومة • ويجدر الاشارة أن الابحاث اثبتت ان مقاومة الفول البلدى للهالوك صفة معقدة التوارث ويتحكم فيها عدد كبير من العوامل الوراثية علاوة على انها تسلك سلوك الصفات المتنحية •

العدار Witchweeds(Striga spp.

ويتبع عائلة حنك السبع Scrophulariaceae وينتشر فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية ويتطفل اساسا على الدخن والذرة الرفيعة والذرة الشامية والارز وقصب السكر ، الاعلاف النجيلية •

واهم انواع العدار من الناحية الاقتصادية هى : S.asiatica

- الاكثر انتشارا فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية وامريكا ايضا

S.hermonthica

- ينتشر بصفة خاصة فى افريقيا

وهناك انواع اخرى اقل اهمية من ناحية تطفلها على النجيليات •

والعدار نبات يتطفل تطفلا كاملا على جذور العائل وتظهر بادرات العدار فوق سطح التربة بعد ٦ - ٨ اسابيع من انبات بذوره ، ويعتمد الانبات على تأثير منبهات يفرزها العائل ويحدث معظم الضرر خلال فترة الظهور ومابعد ظهور الاجزاء الهوائية ويستطيع العدار ان يقوم بعملية التمثيل الضوئى ولكن يعتمد على العائل فى الماء والعناصر الغذائية • ويرجح بعض العلماء ان العدار يفرز توكسين خاص يسبب اضرار لنمو وتطور نبات العائل •

وتعتبر الاصناف المقاومة للعدار طريقة مهمة لتجنب اضرار العدار واثبتت الدراسات أن المناطق الجغرافية المختلفة تتميز بسلالات معينة من الطفيل • والمقاومة للعدار قد تعزى اساسا الى غياب أو التركيز المنخفض

فى الافرازات الجذرية المنبهة لانبات بذور الطفيل بالاضافة للخواص التشريحية والفسيولوجية للعائل التى تمنع اختراق الطفيل (عوامل ضد الاختـــــراق) وقد يظهر العائل مقاومته للعدار بعد أن يثبت الطفيل نفسه على العائـــل (عوامل التضاد الحيوى) • والمشكلة الكبرى فى الاصناف المقاومة للعـــدار هى ارتباط صفة المقاومة مع المحصول المنخفض وصفات جودة الحبوب الرديئة ، وبصفة عامة فان التحمل Tolerance اقل اهمية من المقاومة Resistance للعدار •

ويجدر الذكر ان الاصناف المقاومة للعدار سجلت فى الذرة الرفيعــــة وقصب السكر والذرة الشامية والدخن • وفيما يلى عرض مبسط لبعض جهـــــود التربية لمقاومة العدار :

- ففى الذرة الرفيعة استخدم عدد نباتات العدار فى القطعة التجريبية كما استخدمت النسبة المئوية لنباتات السورجــم المصابة ويفضل البعـــض بالاضافة الى ذلك تحديد الوزن الجاف للعدار وطوله •

- ولقد اثبتت البحوث وجود سلالات من العدار S.hermonthica متخصصة على السورجم واخرى على الدخن وذلك بواسطة تحليل منبهات الانبــــات فى الافراز الجذرى ، ولقد درس ايضا التفاعل بين ٤ اصناف من السورجـــــم وعشائر مختلفة من العدار الاسيوى S.asiatica ووجد ان التفاعل بيـــن الصنف والسلالة معنوى حيث ان الصنف الواحد اظهر رد فعل متباين مع عشائـــر العدار •

ولقد اثبتت البيانات المتحصل عليها من دراسة مجموعة نباتات مــــن الجيل الثانى والجيل الثالث وجود تأثير ضعيف للسيادة وان القابلية للاصابة تبدو سائدة سيادة جزئية على المقاومة حيث ان الهجن الناتجة بين ســـلالات مقاومة واخرى قابلة للاصابة كانت كلها قابلة للاصابة مما يؤكد ان القابلية للاصابة سائدة على المقاومـــة •

ومن ناحية ميكانيكية المقاومة ، فلقد ذكر البعض انها تتمثل في انخفاض كمية منبهات الانبات المفرزة من جذور الاصناف العائلة ، الا انه لوحظ فى احد الاصناف المقاومة للعدار من السورجم ان يفرز منبهات لانبات بذور العدار بكمية تفوق المفرزة من جذور اصناف السورجم القابلة للاصابة مما دفع ديكسون وباركر (١٩٨٤) الى اقتراح ميكانيكتين اخرتين لتفسير المقاومة فى هذا الصنف N 13 لتطفل العدار وهما امكانية وجود فعل تثبيطى لهذا الصنف على تطور العدار ومورفولوجيا جذور العائل التى توءهله للمقاومة .

الحامول Dodders(Cuscuta spp)

ويتبع العائلة العليقية Convolvulaceae وتنبت بذور الحامول عند توفر الظروف الملائمة من الرطوبة والحرارة غير معتمدة فى ذلك على اى تنبيه من نبات العائل ، وتظهر البادرة من الارض التى هى عبارة عن ساق خيطية عديمة الجذور والاوراق وكل بادرة تلتف وتنمو ثم تتصل بأى جزء نباتى عائل . فاذا كان هذا الجزء النباتى ورقة أو ساق نبات عائل مناسب عندئذ تخرج الممصات وتخترق انسجة العائل ويلاحظ ان الحامول لايتصل ولايتطفل على جذور نبات العائل - وبعد حوالى ٢ - ٤ ايام من التفاف ساق بادرة الحامول حول العائل تبدأ تخرج ندبه وهى التى تكون فيما بعد الممص الذى يضغط على بشره العائل حيث تفرز انزيمات تقوم باذابة سطح خلايا العائل ويستمر اختراق الممص لانسجة العائل الى ان يحدث الاتصال الوعائى عن طريق الخشب واللحاء ثم يبدأ الطفيل فى امتصاص المواد الغذائية من العائل .

ويجب الذكر ان الحامول يتطفل اساسا على ذوات الفلقتين لذا فان نباتات الحبوب والمراعى النجيلية تعتبر من اهم النباتات والمحاصيل التى يستحسن زراعتها فى الاراضى الموبوءة ببذور الحامول . كما ان بعض ذوات الفلقتين مقاومة لبعض انواع الحامول ، فعلى سبيل المثال فان النوع

C.compestris لايستطيع ان يتطفل على الفاصوليا وفول الصويا .

ويعتبر استخدام الاصناف المقاومة للحامول طريقة مثلى لتجنب اضراره الا أن الدراسات التى اجريت على استنباط اصناف من المحاصيل مقاومة للحامول محدود للغاية كما أن نتائجها ايضا غير مشجعة وربما يرجع ذلك الى انه يصيب اساسا المحاصيل العلفية التى تحش باستمرار مما يمكن تجنب اضراره .

تربية النباتات المقاومة للحشرات
Plant Breeding for insect resistance

تسبب الافات الحشرية الزراعية خسارة سنوية فى الناتج الزراعى العالمى تقدر بحوالى ١٤ ٪ (Cramer, 1971) • وتصل هذه الخسارة الى حوالى ٥ ٪ فى المحاصيل الرئيسية على الرغم من الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرية • وتزداد اضرار الافات الحشرية فى المناطق الاستوائية والتحت استوائية عنها فى المناطق المعتدلة نتيجة لزيادة نشاط وتكاثر الحشرات فى هذه المناطق • وتشمل الافات الحشرية آفات فقرية ولا فقرية ، والاخيرة تقاوم اما بطرق زراعية أو باستخدام المبيدات أو عن طريق المقاومة الحيوية التى تشمل استخدام الاصناف المقاومة أما الآفات الفقرية Vertebrate فأهم طرق مقاومتها هى الاستبعاد واستخدام السموم والمبيدات والصيد والقتل ، على الرغم من أن بعض هذه الآفات استخدمت ضدها المقاومة الحيوية •

ولقد تمكن المربين من استنباط اصناف من المحاصيل تقاوم الحشرات مثل اصناف القمح المقاومة لذبابة Hessian fly واصناف الذرة الشامية المقاومة للثاقبات واصناف القطن المقاومة لحشرة Jassids وتتشابه طرق التربية لمقاومة الحشرات مع طرق التربية لمقاومة الامراض الفطرية فى الكثير من مقوماتها ، اذ يتطلب الامر من المربين ايضا تحديد مصادر الجينات المقاومة فى الاصول الوراثية التى لديهم أو التى يستوردونها ، ثم يتبع ذلك نقل تلك الجينات ، بالتهجين للاصناف المتأقلمة فضلا عن ضرورة تعريض الانسال والمنتخبات اثناء التربية لعشائر الحشرة عن طريق العدوى الصناعية حتى يمكن تمييز النباتات المقاومة من تلك القابلة للاصابة • كما يجب استخدام سلالات

مختلفة biotypes من الحشرة فى العدوى الصناعية على ان تكـــون النباتات المعداة متجانسة فى موعد نضجها و الطور الذى يجرى فيـــه العدوى نتيجة لان انتشار الحشرة مرتبط غالبا بطور النمو فى النبـــات وتختلف طرق التربية للمقاومة للحشرات عن التربية المقاومة للامـــراض الفطرية فى بعض نقاط قليلة حيث ان دورة حياة الفطر نظامها سهل نسبيـــا كما أن الفطر يصل الى العائل بالصدفة اما الحشرة فانها تنجـــذب لعائلها بحواسها والفطر أكثر تخصصا على عائلة من الحشرة كمـــا أن سلالات الفطر الفسيولوجية اكثر شيوعا من نظيرتها فى الحشرات عـــلاوة على ان تقدير الاصابة فى الامراض الفطرية اقل تعقيدا من الحشرات ·

طـــرز المقاومة للافـــات

قسم Painter,1951 المقاومة للافات الحشرية الى ثلاث طرز مختلفة واضاف لهم بعض الباحثين الطرز الرابع وهو تجنب الآفـــة :

١ ـ عدم التفضيل None-preference :

وهو أى صفة تورث فى النبات العائل تجعله غير جذاب أو منـاسـب لتغذية أو تكاثر أو وضع بيض الحشرة ، وعدم التفضيل ممكن ان يعـــزى الى عوامل مورفولوجية أو فسيولوجية أو كيميائية فى النبات العائـــل فوجود الشعيرات على سطح الاوراق يساعد على مقاومة الحشرات فـــى الحبوب والقطن ·

ايضا شكل ولون النبات ممكن أن يكون درجة من درجات عدم التفضيـــل بواسطة الافات حيث وجد ان الكرنب الاحمر أقل تفضيلا بواسطة حشـــرة فراشة ابو دقيق Butter fly بينما الاوراق الخضراء والصفراء اكثر جاذبية لهـــا ، وهذا النوع من التفضيل من السهل تداوله بواسطة المربى · ايضا تلعـــب

العوائق الميكانيكية للتغذية ووضع البيض دور فى عدم التفضيل بسبب خشونة أو سمك انسجة العائل . كما اظهرت بعض المركبات الكيماوية الحيوية أهمية فى مقاومة الحشرات تمثل الزيوت الاساسية التى وجودها ساهم فى مقاومة الطماطم للحلم mites ، ايضا ايون النيتريت nitrate المتكون من نترات الامونيوم يمنع جزئيا يرقات السوس من التغذية على البرسيم الحلو ، وكما أن هناك العديد من المواد التى تصد الحشرات فانه يوجد العديد من المركبات التى تشجع تغذية الحشرات على النباتات التى تحتويها وهذه المركبات تشمل السكريات بعض الاحماض الأمينية والفيتامينات .

٢ - التضاد الحيوى Antibiosis :

وهى عبارة عن التأثير المضاد لتطور وتكاثر الحشرات بسبب العائل وذلك لاسباب قد تكون موروفولوجية أو كيماوية متعلقة بالعائل الذى تهاجمه الحشرة . ويتسبب التضاد الحيوى من العائل على الحشرة اما فى زيادة معدل موت الحشرة او نقص معدل تكاثرها وتطورها . ويجب الاشارة ان المقاومة الايجابية responsive resistance نادراً ماسجلت فى المقاومة للحشرات مع ان هذه المقاومةالايجابية مهمة فى الامراض الفطرية والفيروسية والبكتيرية . اما فى المقاومة للحشرات فالاكثر شيوعا هو وجود المقاومة السلبية Pré-exist(Passive) resistance .

ومن الصعب التفرقة بين عدم التفضيل والتضاد الحيوى وذلك بسبب تداخل ميكانيكيتهم على الحشرة ، فمثلا الصفات المورفولوجية فى نبات القطن مثل الخشونة وسماكة انسجة الورقة ممكن ان يتداخل بين عدم التفضيل والتضاد الحيوى . ايضا كلاهما يتسبب فىتقليل اعداد الحشرات كما انه من الصعب التفرقة بين التأثيرات الناتجة من عدم التفضيل عن

تلك المتسببة من التضاد الخيوى • والعوامل البيوكيماوية المسئولة عن التضاد الحيوى للحشرات اهم من المورفولوجية فلقد سجلت العديد من الافرازات الورقية السامة للعديد من الحشرات والحلم فى جنس البطاطس ايضا فى البرسيم الحجازى وجد أن هذه الافرازات فى التركيز العالى تقتل الحشرات اما المنخفض فانها تثبط نموها • ايضا فى الذرة سجلت العوامل الكيماوية المسئولة عن مقاومة الذرة لثاقبات الذرة الاوربية حتى ان البعض اقترح استخدام الاختلافات الصنفية فى تركيز هذه المواد كمعيار انتخابى Selection criterion •

ايضا فى القطن عزيت مقاومة بعض اصنافه نتيجة لمركبات الفينول العديدة والجوسيبول فى انسجة نباتات هذه الاصناف •

٣ - التحمل Tolerance:

وهى أن نبات العائل يتحمل مهاجمة الحشرات بدون أضرار شديدة ، أو انه اقل تضررا من الحشرة حيث ان نمو الحشرة على العائل قد يكون طبيعى لكن صنف العائل قد يستطيع اعادة نمو الاجزاء التالفة والتحمل لايشمل التأثير على تكاثر الحشرة أو تطورها ، أى ان العائل المتحمل لايمكن أن يوءثر على الحشرة وتطورها ومعدل تكاثرها ولقد سجل تحمل بنجر السكر والكرنبيات للمن •

ويجب الذكر ان عدم التفضيل والتضاد الحيوى والتحمل لحشرة ما قد تظهر معا ، على نفس العائل • وهذا التوافق والتداخل بين طرز المقاومة فى عائل ما ممكن أن يكون مفيد جدا فى مقاومة الحشرة وتقليل اضرارها على العائل الى حد كبير جدا •

٤ - تجنب أو تفادى الآفة Pest avoidance :

وهو يتشابه مع الهروب من الاصابة بمسببات الامراض ، وفيه نجد ان بعض النباتات تتجنب الاصابة بسبب انها فى الوقت الذى تكون فيه الحشرة فى أوج نشاطها فان العائل فى نفس هذا الوقت لايكون قابل للاصابة فعلى سبيل المثال فان بعض اصناف التفاح لاتصاب بالعديد من الحشرات بسبب أن البراعم لم تظهر بعد وهناك العديد من الامثلة الشائع معرفتها فى المحاصيل الحقلية للهروب من الحشرات مثل القطن والذرة .

بعض الاعتبارات فى برامج التربية لمقاومة الحشرات

١ - ثبات المقاومة :

يتأثر ثبات المقاومة باعتبارات كثيرة منها معدل ظهور طرز بيولوجية Biotypes جديدة من الحشرة ، فلقد امكن اكتشاف العديد من الطرز البيولوجية فى حشرات كثيرة كما امكن اكتشاف مصادر المقاومة لكل سلالة بيولوجية اكتشفت . كما أن العوامل البيئية المختلفة من حرارة ورطوبة وحالة العائل الغذائية تؤثر بشدة على انتشار الآفات الحشرية .

٢ - طراز المقاومة للحشرات المفضل :

الهدف الاساسى من مقاومة الحشرات هو الحد من تكاثر الحشرة وتعطيل تطورها بحيث لاينتشر الضرر بعد بدايته وبذلك يمكن حماية المحصول وانتاج منتج نظيف خالى تماما من أى اصابة . ولاتفضل التربية لمقاومة الحشرات بالتحمل حيث انه قد يقاوم الصنف الحشرة ولكنه سيكون

مصدر لعـدوى الاصناف الاخرى ، أو لمحاصيل تـالـية • كما يجب الحذر عنــد استخدام عدم التفضيل ويجب التأكد من انه عدم تفضيل حقيقى وليـــس نتيجة ظروف خاصة ببرنامج التربية وطرق التقييم ونتيجة لزراعـــة المواد التربوية متجاورة • ويفضل استخدام طرزين أو اكثر من طـــرز المقاومة كلما امكن ذلك ، وعند استخدام طرز واحد للمقاومة فان اكثـــر الطرز فائدة هو التضاد الحيوى •

٣ ـ كما يجب مراعاة ادخال الصفات الاقتصادية الاخرى بالاضافة لصفـــة المقاومة ، وتجنب ارتباط صفة المقاومة بصفات اخرى غير مرغوبـــة ، وعند وجود مثل هذا الارتباط يراعى محاولة كسرة للحصول على الصفـــات المرغوبة بالاصناف المقاومـــة •

التربية المقاومة للنيماتودا

Plant Breeding for nematodes resistance

تسبب النيماتودا اضراراً فى النباتات المزروعة تتمثل فى تغذيتها على الجذور والبراعم والسيقان وقواعدها (التيجان) والاوراق وحتى البذور والثمار . ويتوقف مقدار الضرر حسب نوع المحصول النباتى نفسه ونوع النيماتودا ودرجة الاصابة بالاضافة الى عوامل البيئة الاخرى وتتمثل اعراض الاصابة بالنيماتودا فى نقص نمو نباتات العائل وحدوث درجات مختلفة من الاصفرار chlorosis وذبول المجموع الخضرى واحياناً موت النبات وحتى اذا افلت النبات من الموت فان الاصابة تسبب نقص المحصول وجودته،وابادة النيماتودا نهائيا من التربة غير عملى ولكن تقوم كافة الطرق على المقاومة الى الحد الذى تصل فيه اعداد النيماتودا الى الدرجة التى لاتسبب اى ضرر واهم هذه الطرق تتمثل فى الحد من زراعة الاصناف القابلة للاصابة واستخدام الاصناف المقاومة مما يساعد على قلة عشائر النيماتودا فى الزراعات التالية مما يقلل من اضرارها .

هذا ويمكن تقسيم النيماتودا التى تتطفل على النباتات الى ثلاثة مجموعات على حس سلوكها وتاريخ حياتها :

أ - نيماتودا التطفل الخارجى Free-living ectoparasites

تعيش حرة بين حبيبات التربه وتتغذى على جذور مدى كبير من العوائل النباتية ومعظمها تعتبر ناقلات Vectors للفيروسات النباتية ونتيجة لاتساع مدى عوائلها النباتية فان التربية المقاومة لها تعتبر وسيلة غير فعالة لمقاومتها وانما بفضل مقاومتها بطرق اخرى .

ب - نيماتودا التطفل الداخلى Free-Living endoparasites

وتشمل نيماتودا تعقد الجذور root - knot وديدان السيقان Stem eelworms وهى تتغذى على انسجة النبات الداخلية وقد ساهم استنباط اصناف مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور مساهمة فعالة فى مقاومة هذه النيماتودا اما نيماتودا السيقان فنتيجة لاتساع مدى عوائلها فان استنباط اصناف مقاومة لها تعتبر طريقة غير فعالة فى مقاومتها حيث انه عند عدم وجود عوائلها المفضلة فانها تتطفل على عوائل اخرى . وعلى ذلك فان استنباط اصناف من البرسيم والشوفان مقاومة لنيماتودا السيقان قد لاقى نجاحا كبيرا فى بلاد عديدة .

ج - نيماتودا التحوصل Cyst nematodes وهى تسكن فى التربة على شكل حويصلات ومعظمها يصيب البطاطس وبنجر السكر والنجيليات .

طبيعة المقاومة للنيماتودا ووراثتها فى نباتات العائل

لقد لعبت الاصناف المقاومة دورا فعالا فى مقاومة النيماتودا فى العديد من المحاصيل علاوة على ان مقاومة العائل للنيماتودا يرتبط بها مقاومة العديد من امراض التربة الفطرية والبكتيرية والفيروسية وتقاس المقاومة بمدى قدرة صنف العائل على التأثير على تطور وتكاثر النيماتودا وهذا من السهل قياسه (باختبار الجذور أو التربة نفسها) عن طريق قياس التأثير المباشر للنيماتودا على العائل ، وفى الحالات التى يكون فيها معدل تكاثر النيماتودا العادى أو العالى غير ضار للعائل فانه عندئذ يكون العائل متحمل . وتتميز اصناف البطاطس والشعير المقاومة لنيماتودا التحوصل ان الذكور فقط هى التى تستطيع تكملة دورة حياتها اما الاناث فلا تستطيع تكملة دوره حياتها على النباتات المقاومة وعلى ذلك فانه باستخدام الاصناف المقاومة فى البطاطس والشعير لنيماتودا التحوصل تقل معاناة المحصول

التالى نتيجة عدم قدرة النيماتودا على انتاج حويصلات جديدة على النباتات المقاومة نتيجة التثبيط الحادث فى تطور الاناث الناضجة مما يعمل على قلة مجتمع النيماتودا فى التربة بعد زراعة هذه الاصناف المقاومة بدرجة كبيرة . وتجدر الاشارة ان هذه المقاومة يتحكم فيها عوامل وراثية سائدة ذات أثر كبير Dominant major genes

وعلى هذا فمن السهل تداول هذه المقاومة فى برنامج التربية .

اما بالنسبة لاصناف الشوفان والبرسيم ،المقاومة لنيماتودا الساق فلقد ثبت انها مقاومة جزئية ، وقد لعبت دورا هاما فى تقليل الضرر الناتج عن النيماتودا فى هذين المحصولين فى انحاء كثيرة من العالم . كذلك فان اصناف الدخان المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ساهمت مساهمة فعالة فى تقليل الضرر الناتج عن النيماتودا على هذا المحصول ، وهناك نقطة تجدر الاشارة اليها وهى ارتباط صفة المقاومة للنيماتودا مع صفات اخرى غير مرغوبة وهذا يحد من الاستفادة صفة المقاومة ففى بنجر السكر وجد ارتباط بين مقاومة نيماتودا التحوصل ونقص المحصول والجودة عند محاولة نقل صفة المقاومة من الاباء البرية للبنجر .

ولقد لوحظ ايضا فى الدخان ان الاصناف المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور تكون اقل محصولا وجوده وحساسة للاسمدة وعمليات الحصاد . وهناك مشكلة اخرى عند التربية للمقاومة للنيماتودا وهى انه احيانا عند استنباط صنف مقاوم لنوع معين من النيماتودا ان يفقد هذا الصنف مقاومة لباثوجينات أو حشرات اخرى ، فلقد لوحظ ان اصناف الدخان التى تحمل جينات المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور تصاب بسلالة y من فيروس البطاطس بنسبة ١٠٠٪ .

وقد وجد ان هناك العديد من الطرز البيولوجية Biotypes للنيماتودا استطاعت استكمال دورة حياتها على بعض العوائل التى تحمل جنيات المقاومة مما يفسر على انه نتيجة ظهور طرز باثوجينية جديدة كاسرة للمقاومة (Resistance-breaking pathotypes).

الا انه تجدر الاشارة الى ان ظهور هذه الطرز الباثوجينية الجديدة من النيماتودا يعتبر قليل الاهمية عند مقارنتها بظهور الطرز الباثوجنية الجديدة فى مسببات الامراض الفطرية حيث ان انتشار هذه التباينات الجديدة فى التربة يكون بطيئا ولاينتقل من حقل لآخر الا بوسائل ميكانيكية مما يسبب طول مدة بقاء الصنف المقاوم .

.. — .. — ..

تربية النباتات المقاومة للامراض البكتيرية

Plant Breeding for Resistance to bacterial diseases

بصفة عامة تعتبر الامراض البكتيرية أقل ضرراً على المحاصيل مقارنة بما تسببه الامراض الفطرية والفيروسية ، وعلى الرغم من ذلك فانه هناك العديد من الباثوجينات البكتيرية ذات اهمية كبيرة لما تسببه من ضرر وهى تشمل امراض اللفحة البكتيرية فى الارز والقطن وامراض الذبول البكتيرى فى الدخان والطماطم . ومعظم البكتريا الممرضة للنباتات تقع فى ٥ أجناس رئيسية هى : Agrobacterium, Corynebacterium: Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas

ويمكن تقسيم الباثوجينات البكتيرية الى ٣ مجموعات رئيسية على حسب التأثيرات الاولية التى تحدثها على خلايا العائل :

١ - بكتريا تكوين التورمات Gall-forming bacteria وهى تؤثر على نظام نمو النباتات العائلة .

٢ - بكتريا العفن الرخو Soft-rot bacteria : وهى تفسد مكونات جدر خلايا العائل .

٣ - البكتريا - التى تؤثر على فسيولوجيا والتحول الغذائى فى خلايا العائل وهى اهم المجموعات حيث تشمل المسببات البكتيرية المسببة لامراض تبقع الاوراق واللفحة والذبول البكتيرى .

وتنتشر الباثوجينات البكتيرية من نبات لاخر فى الصنف القابل للاصابة بواسطة الرياح والطرطشة . والقليل من البكتريا الممرضة ينتقل مع البذور مثل باثوجين اللفحة البكتيرية فى القطن . كما قد تنتقل مسببات الامراض البكتيرية بواسطة الحشرات مثل نحل العسل من زهرة لاخرى ، كما قد ينتشر باثوجين الذبول البكتيرى فى الذرة بواسطة

الذبول البكتيرى .
خنافس براغيث من سنة لاخرى ، كما يمكن ان تعيش الباثوجينات البكتيرية بين اصناف المحاصيل المتعاقبة القابلة للاصابة فى التربة أو البذور المصابة ، أو نباتات المحاصيل الاخرى أو الحشائش . وتشمل طرق مقاومة الباثوجينات البكتيرية استخدام الوسائل الزراعية أو الكيماويات أو المضادات الحيوية أو استخدام الاصناف المقاومة .

التباين فى البكتريا Variability of bacteria

تنشأ التراكيب الوراثية الجديدة من البكتريا عن عدة طرق :

* اتحاد بعض شظايا الـ DNA الموجودة فى السيتوبلازم مع الكروموسوم الاساس خلال انقسام الخلية .
* الاتحادات الجديدة الناتجة من انتقال DNA من خلية بكتيرية مع اخرى .هذا الانتقال ممكن أن يتأثر بواسطة فيروسات البكتريوفاج أو خلال اندماج الخلايا البكتيرية المتجاورة .
* اهم مصدر للتباين فى البكتريا هو الطفرات وهى تحدث بمعدل عالى فى البكتريا .

والتباينات الجديدة من البكتريا ممكن أن تكون سبب فى اصابة الاصناف المقاومة وهذه التباينات الجديدة الكاسرة للمقاومة تسبب مشكلة كبيرة فى امراض لفحة الاوراق البكتيرية فى القطن والارز .

طرز المقاومة Types of Resistance

مقاومة النباتات للبكتريا الممرضة ممكن أن تقسم الى طرزين اساسيين :

١ ـ المقاومة الراجعة لعوامل موجودة قبل العدوى (السلبية) .
٢ ـ المقاومة الراجعة كرد فعل للعدوى (ايجابية) .

وتشمل عوامل المقاومة السلبية العديد من الميكانيكيات على سبيل المثال السائل البين خلوى ممكن أن يكون غير مناسب لباثوجينات معينة بسبب عدم تشبع قدرته التنظيمية أو ضغطه الاسموزى . كما أن نقص أو زيادة بعض العناصر المغذية أو المركبات الكيماوية فى هذه السوائل ممكن أن يثبط نمو البكتريا الا أن بعض قد تشكك فى قدرة السوائل البين خلوية على ان تكون السبب فى المقاومة على أساس ان بعض العوائل تقاوم بعض سلالات البكتريا والبعض الآخر لايقاومها .

ووجد أيضا ان العديد من المركبات الموجودة فى النباتات السليمة لها القدرة على تثبيط تزايد اعداد البكتريا فى الاختبارات المعملية *in vitro* مثل مركبات الفينول فى الذرة وجليكوالكلويد توماتين فى الطماطم .

اما المقاومة الايجابية للبكتريا الممرضة للنباتات فتتمثل فى افراز العديد من الانزيمات والتوكسينات بالاضافة الى فرط الحساسية وتتمثل فرط الحساسية فى موت الخلايا المصابة بمجرد أن يبدأ الباثوجين فى التزايد فى الاعداد كنتيجة للعدوى مما يؤدى الى موت الخلايا البكتيرية المهاجمة ايضا . وهذا يؤدى الى ان بقية اعضاء النبات قد تخلو من الاصابة ، فقد تظهر الحساسية الفائقة على شكل بقع بنية أو مصفرة قد ترى بالعين المجردة أو بعد الصبغ . وتجدر الاشارة الى أن فرط الحساسية مرتبط بالمقاومة المتخصصة اما الميكانيكيات الاخرى فهى اكثر دواماً من فرط الحساسية من حيث تكسرها .

وذكر البعض أن هناك ثلاثة عوامل تسبب ظهور أو عدم ظهور فرط الحساسية كنتيجة للباثوجينات البكتيرية وهى :

- تهييج الحساسية الفائقة ، منع رد فعل فرط الحساسية والعامل الثالث حصيلة التداخل بين العاملين السابقين على العائل .

- وبالنسبة لبكتريا العفن الرخو لايظهر فى رد فعلها فرط الحساسية كميكانيكية للمقاومة وانما تتميز النباتات المقاومة لها بقدرتها على تثبيط نشاط الانزيمات المسئولة عن تحليل مكونات الخلية العائلة .

اما من حيث طبيعة المقاومة فيمكن ذكر ٣ انواع :

* الهروب من المرض ، حصر مساحة العائل المصابة وتحمل المرض ، والنوع الاول يشمل قله الاصابة سواء على النبات بأكمله أو بعض اعضائه ، اما حصر المساحة المصابة فهى اما نتيجة لفرط الحساسية أو لاى ميكانيكية اخرى تقلل من انتقال أو تزايد البكتريا، اما التحمل فهو القدر الضئيل من الضرر الذى يتعرض له العائل نتيجة الاصابة حتى لو اصيب باعداد كبيرة من البكتريا .

ويجدر الاشارة الى ان تحمل النباتات للبكتريا لم تسترع نظر المربى مثلما استرعت المقاومة .

مصادر ووراثة صفة المقاومة

احيانا تستخدم الاصناف المزروعة والانواع البرية كمصادر للمقاومة للامراض البكتيرية ، الا انه كما هو معروف عند استخدام الانواع البرية لنقل صفة المقاومة للانواع المزروعة من الصعب تجنب نقل صفات غير مرغوبة . ولحسن الحظ فان هذه المشكلة ليست عقبة كبيرة واجهت المربين عند التربية للامراض البكتيرية .

مع انه لم يمكن حتى الآن انتاج اصناف طماطم ذات ثمار جيدة بالاضافة الى مقاومتها للذبول البكتيرى .

وعلى الرغم من ان العديد من البحاث قد قرروا ان المقاومة للامراض البكتيرية تتحكم فيها الجينات الكبيرة الاثر الا ان وراثة المقاومة لهذه الامراض مثار جدل كبير وذلك نتيجة للتفاعل الشديد بين التركيب الوراثى والبيئة نتيجة وجود بعض انظمة Polygenic فى كلا من العائل والطفيل . وهذا التفاعل الشديد بين المقاومة والظروف البيئية لايؤدى فقط الى تعقد الدراسات الخاصة بتوارث المقاومة وصعوبة الانتخاب بل ايضا يسبب اختلاف تعبير المقاومة من بيئة لاخرى .

- - - -

تربية النباتات المقاومة للامراض الفيروسية
Plant Breeding for Resistance to Virus Diseases

عرفت وسجلت اعراض امراض النبات الفيروسية منذ عدة مئات من السنين ، وهى تسبب خسائر كبيرة فى العديد من النباتات الاقتصادية اهمها البطاطس والموالح ، والكاكاو والعديد من المحاصيل الحقلية والخسارة التى تسببها امراض النبات الفيروسية مزدوجة فهى تشمل النقص المباشر الذى تحدثه هذه الامراض فى نمو النبات وغلته ، بالاضافة الى ماينفق على مقاومة هذه الامراض من مبيدات للقضاء على ناقلاتها ومايتكلفه محاولات الحد من انتشارها والحصول على نباتات خالية من الفيروس . وبعض الفيروسات تصيب النباتات ولاتسبب أى اعراض ظاهرة ولكنها ممكن أن تسبب اعراض شديدة ضارة جدا لعوائل اخرى .

التباين فى الفيروسات النباتية :

معظم الفيروسات تتكون من جزئيات حمض نووى (غالبا RNA وفى حالات قليلة DNA) تحاط بغلاف بروتينى والحمض النووى قد يوجد على شكل مفرد أو خيطين والحمض النووى هو الجزء المسئول عن احداث العدوى وحمل الشفرة الوراثية التى تعطى الامر أو التوصية لخلية العائل لكى تنتج أو تكرر الحمض النووى الفيروسى . ففى فيروس موزيك الدخان TMV فان RNA موجود على هيئة خيط مفرد أو سلسلة من حوالى ٦٠٠٠ نيكلوتيدة فاى نقد فى نيكلوتيده واحدة أو الترتيب العادى لهذه الجزئيات يتسبب انتاج سلالة جديدة من الفيروس . لقد حسبت معدل الطفرات فى هذا الفيروس وجد انه يحدث طبيعيا مرة فى كل ١٠^١١ من جزئيات الفيروس فى خلايا العائل الحية . واحتمالات التباين الوراثى نتيجة حدوث الطفرات طبيعيا وجد انه فى كل الفيروسات الاخرى كبير جدا ايضا . اما فى الفيروسات التى تتكون من اكثر من نوع من الجزئيات فانه هناك فرصة اخرى للتباين

تفوق ماتحدثه الطفرات وهى اعادة التوزيع للجينات المتكافئة بيـــــن جينومات طرز الجزئ المختلفة .

ومعدل ظهور التباينات الجديدة فى الفيروسات ذو اهمية كبيـــرة بالنسبة لمربى النبات لما قد تسببه هذه السلالات التى قد تكون كاســرة للمقاومة ومع ذلك فان هذا التباين اقل اهمية منه فى الفطر أو البكتريا أو الحشرات على الرغم من معدل ظهور التباين الكبير ووجود السلالات المتباينة وراثيا .

ويرجع ذلك الى انه فى معظم الاصناف المقاومة للفيروس فان السلالات الجديدة لاتستطيع كسر مقاومة معظم هذه الاصناف المقاومة والسبب فى ذلك غير معروف ، وربما يرجع ذلك الى قلة عدد الجينات (محتمل أقل مـــن عشرة) الموجودة فى معظم الفيروسات . ويمكن تحديد سلالات الفيروس بعدة طرق : وذلك بدراسة المدى العائلى أو اختبار التحصين المتبادل أو الاختبار بالسيرم أو اختبار التأثير المتبادل أو عن طريق التفريد الكهربـــى . وكل هذه الطرق قليلة الاهمية بالنسبة لمربى النبات حيث أنه جل اهتمامه هو التباين فى رد الفعل من التراكيب الوراثية للعائل ضد سلالات معينـــة من الفيروس وخاصة تلك القادرة على كسر المقاومة . ولقد ثبت عـــدم وجود علاقة بين خواص السيرم وقدرة سلالات فيروس معين على مهاجمة العائـــل وان بعض السلالات ذات القدرة على كسر المقاومة اقل قدرة على المنافســة من السلالات الاخــرى .

طرز المقاومة للامراض الفيروسيــة

يمكن حصر طرق انتقال الفيروس من عائل لآخر بعدة طرق وهى التكاثـر الخضرى ، والتطعيم ، والحامول ، التلامس ، حبوب اللقاح والبـــذور ، الفطر بالاضافة الى الحشرات الناقلة . كما يمكن تحديد ٩ طرز لمقاومـــة النباتات العائلة للفيروس كالتالى :

١ - المناعة : Immunity

والمناعة مطلقة ليس فيها درجات ، اما ان يكون النبات قابل للاصابة او منيع وتتمثل المناعة في عدم ظهور أي اعراض للاصابة على النباتات المنيعة بعد تلقيحها ، ويعتبر العلماء ان القاعدة هي المناعة للفيروس وان الاصابة هي الاستثناء ، ومن الناحية العملية فان المناعة قليلة الاهمية ويمكن الاستفادة منها فقط عن طريق نقلها بين الاجناس والانواع بطرق التهجين او ادماج الخلايا وقد يطلق على المقاومة الشديدة مجازا مناعة مع انهم مختلفين الميكانيكية ومن الصعب التفرقة بينهم بدون اجراء اختبارات هستولوجية لخلايا انسجة العائل الملقحة .

٢ - المقاومة لعدوى الفيروس Resistance to virus infection

وهي الصفات التي تورث في النبات وتسبب انخفاض في معدل تطور الوباء في الحقل بالفيروس الى اقل حد ممكن . وتشمل المقاومة للفيروس ميكانيكيات عدة مثل سمك كيوتيكل اوراق النبات ، حجم وعدد شعيرات الورقة وقد تتمثل مقاومة النباتات للفيروسات الغير باقية في قلة القنوات البروتوبلازمية في طبقة البشرة مما يقلل من احتمال انتقال جسيمات الفيروس خلال بشرة ساق وورق العائل .

٣ - مقاومة انتشار الفيروس Resistance to Spread Virus

بعض النباتات تظهر مقاومة عن طريق وقف انتشار الفيروس من موقع التلقيح . وقد ذكرت عدة ميكانيكيات تقوم بتثبيط او تأخير انتشار الفيروس من النبات العائل . وعلى الرغم من أن العوامل الوراثية التي تحكم الفيروس وانتشاره غالبا تورث منفصلة (مستقلة)

غالب الاحيان لايمكن التحدث عنهم منفصلين بل يجب الربط بينهم . واهم ميكانيكية معروفة توءثر فى تثبيت وانتشار الفيروس هى فرط الحساسية التى تسرع من موت الخلايا المصابة . والاستجابة الممثلة فى فرط الحساسية المحلية للتلقيح التى عادة ماتكون فى خلية أو خليتين متجاورتين يشار اليها " بالمقاومة الشديدة" . اما تلك الممثلة فى مجموعة خلايا ماتت نتيجة الحساسية الفائقة ويمكن روءيتها بالعين المجردة كبقع بنية أو صفراء فانها تسمى النقط المحلية Local lesions ويجب أن نذكر أن العائل قد يقاوم الفيروسات الجهازية بتقليل انتشارها فى خلايا الاوعية الناقلة عن طريق تأخير انتشاره أو الموانع الطبيعية مثل موت خلايا الانسجة الناقلة كرد فعل للاصابة . والحساسية الفائقة لفتت انظار المربين فى مقاومة الامراض الفيروسية بسبب سهولة اختبارها وتقدير درجاتها كما انه يتحكم فيها عدد قليل من العوامل الوراثية الكبيرة الاثر لذا فمن السهل تداولها فى برامج التربية والعيب الرئيسى فى فرط الحساسية هو انها ترتبط بالمقاومة المتخصصة لذا فانه من السهل كسرها بالسلالات الجديدة والعديد من الدراسات اجريت لتفسير طبيعة حدوث الحساسية الفائقة من الناحية الكيمياوية الحيوية والفسيولوجية وذكر البعض ان سرعة تكون النقط المحلية مرتبط بنشاط الانزيمات وخاصة التى تسرع من موت الخلايا المصابة . ويجدر الذكر ان الحساسية الفائقة ليست مقاومة ولكنها تثبيط الفيروس المسبب للمرض .

٤ - مقاومة تزايد الفيروس : Resistance to Virus Multiplication

وهى لايمكن فصلها عن مقاومة انتشار الفيروس . وغير مفهوم بالضبط ميكانيكية مقاومة تزايد الفيروس . والبعض ذكر ان ذلك يرجع الى تأثير الخلايا المصابة على الغلاف البروتيني للفيروس عند أن ازالة

هذا الغلاف يثبط معدل تزايد الفيروس وبالتبعية فان اى عامل يوءثـــــر على تكوين وانتشار RNA الفيروس يوءثر على تزايد الفيروس ، وهــــذا النوع من المقاومة يعتبر مقاومة سلبيـة .

٥ - تحمل الفيروس Virus Tolerance

بناءاً على درجة الضرر الحادث فى النباتات المصابة بالفيـــروس وأعراض الاصابة امكن تحديد ٣ انواع من تحمل النباتات للفيروس كما يلى :

درجة الاصابة	مقدار الضـــرر: شديـــد	مقدار الضـــرر: بسيـــط
شديـدة	غير متحملة	متحملـة
بسيطة	عديمة الاعراض	تحمل حقيقى

وتحمل الفيروس صفة بسيطة الوارث فى العديد من توافيق الفيروس_ العائل . وفى البعض الآخر فانه قد يتحكم فى التحمل جينات عديـــدة ، ويتميز التحمل فى أن السلالات الكاسرة للمقاومة لاتسبب مشاكل فـــى النباتات التى تتميز بتحمل المقاومة ، ومع ذلك فان تحمل الفيـــروس ليس دائما يسلك سلوك المقاومة الغير متخصصة . ويمكن تحسين مستـــوى التحمل بالانتخاب له فى الحقول المعداة طبيعيا .

٦ ـ المقاومة للناقلات Resistance to Vectors

النباتات المقاومة لناقلات الفيروس تكون خالية من الاصابة بالفيروس لذا فان معظم الجهد لمواجهة الامراض النباتية الفيروسية وجه الى مقاومة الناقلات وبخاصة الحشرات الناقلة ومحاولة التغلب عليها .

واى طرز من المقاومة يشجع الناقل على التغذية المختصرة من عائل وسرعة الانتقال لعائل آخر فى الحال يشجع انتشار الفيروسات الغير باقية . ففيروس موزيك بنجر السكر الغير باقى ينتقل بواسطة المن الذى يتغذى قليلا على نباتات البنجر المعدية بالفيروس الغير مفضلة حشريا له وبسرعة ينتقل للبحث عن العائل المفضل له وهكذا ينقل الفيروس للنباتات السليمة .

ويمكن بيان التأثيرات المتوقعة بطرز عدم التفضيل والتضاد الحيوى لناقلات الفيروس على انتشار الفيروس وعدد الناقلات :

طرز المقاومة للناقلة	التأثير المباشر على انتشار الفيروس		التأثير على الناقلات
	غير باقية	باقية	
عدم التفضيل	يزيد	ينقص	ينقص
التضاد الحيوى	لاتأثير مباشر	لاتأثير مباشر	ينقص
التحمل	لا	لا	لا

انه من المهم للمربى ان يقرر اى طرز لمقاومة الناقل مفيد لمقاومة مرض فيروس ما حتى يمكن ان يخطط لبرنامج الانتخاب والاختبار كما أن اى الطرز السابقة يفضلها المربى فى نباتاته لمقاومة الفيروس هذا يحدده عوامل كثيرة جدا ومتداخله مثل طبيعة المقاومة وعدد العوامل التى يتحكم فيها ومدى سهولة التقييم واحداث العدوى والغربلة .

استخدام الطرق الحديثة فى تربيـــة المحاصيـل المقاومـــة

د . أحمد مدحت النجـار

الطرق التقليدية Conventional Breeding

يعرف تحسين المحاصيل بأنه هندسة النباتات من أجل مصلحة البشرية . ومن الناحية التاريخية فقد تم استخدام طريقتين أساسيتين من الطـــرق التقليدية فى تحسين المحاصيل . أول طريقة هى الانتخاب الذى يعتمد علـــى التباين الوراثى فى النباتات ولكن خلال الانتخاب والعزل كان يحدث تضييـــق للقاعدة الوراثية أو حوض الجينات gene pool المتوفر لدى كـــل محصول . والطريقة الثانية كانت بتهجين النباتين المنتخبين لانتاج أنسـال تحمل الصفات المرغوبة لكلا الأبوين . وقد مكنت الوراثة المندلية مربـــى النباتات من تهجين النباتات بدقة والتعامل بحرص مع التركيبة الوراثيـــة للنبات لانتاج أصناف جديدة محسنة . وهذه الطرق التربوية استعملت لاستنباط أصناف عالية المحصول بما فى ذلك النباتات المقاومة للآفات أو الأمـــراض . وهذه الأصناف المحسنة ساهمت فى الزيادة الكبيرة فى الانتاج الزراعـــى . ففى الـ ٥٠ سنة الأخيرة زادت انتاجية الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية مرتين ونصف بينما المساحة المنزرعة نقصت بمعدل ٦ ٪ . واحدى النجاحـــات الهامة كان انتاج الذرة الهجين فى الثلاثينات والذى أدى لزيادة محصـــول الذرة الشامية للضعف . ثم أسهمت الطرق التقليدية فى الخمسينـــــــات والستينات كثيرا فى تحسين المحاصيل عندما استنبط نورمان من منظمـــة الـ CIMMYT بالمكسيك أصناف القمح القصيرة Semidwarf وكذلك عندما استنبط معهد بحوث الأرز IRRI بالفلبين أصناف محسنة مشابهة من الأرز وعندما ادخلت هذه الأصناف فى الزراعة فى الستينات فى الهند والصين فقد زدوت هذه الأصناف المحصول بما يوازى ٤ - ٧ مرات وكانت أساس ما سمـى بالثورة الخضراء Green Revolution . ولهذه الأسباب فان ادخـــال الوراثة التطبيقية فى الزراعة يسمى أحيانا بالثورة البيولوجية الأولـــى

First Biological Revolution • ويعزى نصف الزيادة التى حدثت فى الانتاج الزراعى الى التحسينات فى العمليات الزراعية مثل الكيماويات الزراعية الجديدة كمبيدات الأفات والأسمدة وآلات الزراعة ... الخ والنصف الآخر يعزى لعمليات التربية التقليدية •

وبالرغم من أن الزراعة قد استفادت على نحو هائل من عمليات التربية التقليدية الا أن هذه الطرق لها عيوبها أو قيودها • فمثلا مشكلة الوقت فقد يأخذ استنباط سلالة مرغوبة أجيال وأجيال من الانتخاب والتهجين الرجعى ... الخ •• والعيب الأكبر هو حدوث تماثل للـ Gene pool وذلك لضيق التباين الوراثى فى العشيرة الواحدة نتيجة الانتخاب الطبيعى أو الصناعى ، وعندما يبحث المربى عن تباينات نافعة جديدة فانه لا يجدها فى أفراد العشيرة التى يحسنها أو العشائر القريبة لها مما يجعله يبحث فى عشائر أخرى بعيدة وراثية وغالبا ما تكون هناك عوائق بيولوجية تمنع العشيرتين من تهجينهم • هذا بالاضافة الى عيوب التربية بالطفرات مثل عدم التحكم فى الجينات الطافرة أو أن معظم الطفرات يكون مميتا أو ضارا أو غير نافعا أو عدم امكانية ملاحظة الطفرة النافعة بسبب حدوث طفرة مميتة فى جين آخر أو عدم وجود طرق تصفية Screening للطفرات ذات كفاءة عالية •

التقنيات الحديثة فى التربية Modern Techniques of Breeding

وهى تعنى تغيير الجينات وهذا التغيير قد يحدث كنتيجة لنقل جين ما من موقعه الطبيعى الى خلية أخرى لا تحتويه عادة أو تغيير تتابع الجين بطريقة ما وبالتالى تكوين جين مختلف • ولتجنب الخلط بين طرق التربية التقليدية والطرق الحديثة فى التربية فانه يفترض أن الطرق الحديثة تشمل الطرق التى تجرى فى الأنبوبة <u>in vitro</u>

وتنحصر التقنيات الحديثة فى التربية فى اتجاهين وهما :-

١ - الهندسة الوراثية أو نقل الجين Gene Transfer

٢ - طرق زراعة الخلايا أو الأنسجة Cell/Tissue Culture

أولا - طرق نقل الجين Gene Transfer

وهى طرق تمكن المربى من قص جين معين من نبات ولحمه فى تركيبة وراثية لنبات آخر فى تجربة واحدة وهى بالتالى تؤدى الى ايجاد توافيق جينية غير ممكن وجودها فى الطبيعة وبالتالى زيادة التباين الوراثى لتحسين المحاصيل . وهى تستخدم وقت ومكان تجريبى أقل من الطرق التقليدية، بالاضافة الى أن المربى يكون متأكد من النتيجة لأنه يفصل الجين المرغوب عن غيره من الجينات الأخرى الغير مرغوبة . والمربى لا يكون معاقا بالحواجز الطبيعية التى تعوقه من اجراء التهجين بل يمكنه نقل الجينات من أى كائن آخر (نبات - حيوان - بكتريا ... الخ) الى النبات : وبهذه الطريقة يمكن لمربى النباتات تصميم نباتات لا يقدر المربى التقليدى على عملها مثل تصميم نباتات تعيش فى ظروف بيئية صعبة كالملوحة والجفاف ... الخ ، أو نباتات تنتج أنواع معينة من البروتينات .

ويتلخص تكنيك نقل الجين فى الآتى :-

١ - تحديد موقع الجين المرغوب :- على الخريطة الكروموسومية للنبات وكل جين يحتوى على ٣ مناطق وهى : ١- بداية شرارة النسخ Promoter ٢- التتابع الوسطى للنيوكليوتيدات ٣- نهاية الجين Terminator

٢ - عزل الجين من الجينات الأخرى الموجودة على الكروموسوم :- ويتم قطع الجين من الكروموسوم بواسطة أنزيمات معينة تسمى Restriction enzymes أو تسمى endonuclease وهى مأخوذة من بعض الكائنات الدقيقة مثل الـ $EcoR_1$ المأخوذ من الـ E.Coli

أو الـ H Pal وهذه الأنزيمات تقطع الـ DNA عند بداية الجين بالضبط وعند تتابع معين للنيكليوتيدات (أما قطع مائل أو مستقيم حسب الأنزيم) . وبعد ذلك يمكن التعرف على الجين عن طريق عزله بواسطة طريقة الـ Gel electrophoresis of DNA .

٣ - نسخ الجين Cloning of genes

ويتم ذلك بواسطة ادخال الجين المقطوع فى بلازميدة بكتريا (وهى جزء مستدير من DNA البكتريا) يسمى Vector حيث يستعمل نفس الأنزيم restriction enzyme الذى استعمل فى قطع الجين ، فى قطع وفرد البلازميده حتى يتم ادخال الجين والتصاقه بالبلازميده حيث يستخدم انزيم الـ Ligase لاعادة لحق البلازميده بالشكل الدائرى مرة ثانية .

وعندما تهاجم الخلية البكترية (المضاف اليها الجين) الخلية النباتية فان البلازميده تتكاثر داخل الخلية النباتية وتنسخ بالتالى الجين المرغوب فيتكون داخل الخلية النباتية .

٤ - تعبير الجين Gene Expression :-

حيث لابد أن يتم حدوث تعبير الجين الجديد المنقول داخل الخلية النباتية الجديدة . ويتم التعبير فى خطوتين أولاهما وهى الـ Transcription بتكوين الـ Messenger RNA من كل ٣ نيكليوتيدات حيث يخرج هذا الـ RNA من النوية الى السيتوبلازم ليبدأ حدوث الترجمه Translation عند الريبوزومات حيث تقوم الأخيرة بترجمة شفرة الـ RNA وتكوين حمض أمينى معين يتمشى مع ترتيب النيوكليوتيدات فى الـ RNA ويتكون من تتابع الـ Messenger RNA سلسلة من الأحماض الأمينية Polypeptide chain وبذلك يكون قد تم تعبير الجين .

وتعتبر طرق نقل الجين (الهندسة الوراثية) ما تزال فى طورهـا الأول ولو أنه يعتقد بأنها هى التى سوف تؤدى الى حدوث الثورة البيولوجية أو البيوتكنولوجية الثانية . ولكن هناك عدة عقبات ما تزال تعترض استخدام الهندسة الوراثية فى تربية النباتات ويحتاج حلها الكثير من البحوث ويعتقد أنها لن تدخل فى مجال التطبيق الا فى أواخر التسعينات عندما يتم الوصول لاجابة الأسئلة التالية :

١ - تحديد مواقع الجينات المهمة زراعيا سواء فى النواة أو الكلوروبلاست أو الميتاكوندريا .

٢ - البحث عن حوامل Vectors مناسبة لنقل الجينات الى داخل الخلية حيث أن البلازميدات Ti plasmid المستخدمة حاليا لها الكثير من العيوب .

٣ - الوصول لطرق Regeneration من الخلايا الفردية بعد نقل الجين اليها .

٤ - كيف تستجيب النباتات الجديدة التى تحتوى على جينات منقولة أجنبية .

٥ - مشاكل الصفات التى تعتمد على عدد كبير من الجينات وهى معظم الصفات الاقتصادية الهامة .

ثانيا - طرق زراعة الخلايا / الأنسجة

تعتمد طرق زراعة الأنسجة على قدرة الخلايا المأخوذة من أى جزء نباتى على التحول الى نبات كامل Totipotency حيث أن كل خلية بها تعليمات وراثية لتخليق نبات كامل لو توفرت لها ظروف بيئية معينة .

وهذه الطرق تعتبر أبسط من طرق نقل الجين حيث أنها تتعامل مع الخلايا وليس مع الجينات (كما فى طرق الهندسة الوراثية) أو النباتات الكاملة (كما فى طرق التربية التقليدية) وهى أكثر الطرق الحديثة قبولا وقد

تم استعمالها فعلا فى تربية سلالات محسنة من المحاصيل مقاومة للأمراض [illegible] ولظروف البيئة السيئة . وهذه الطرق تعطى امداد قيم للتباين الوراثي لم يكن متوقعا من قبل كما أنها تجعل الانتخاب أكثر فعالية . وأهم الاستخدامات لطرق زراعة الخلايا (الأنسجة) بالنسبة لمربى النباتات تتلخص فيما يلى :

١ - الانتخاب لظروف التقسية Stress Selection

٢ - التهجين الخضرى Protoplast Fusion

٣ - التباين الخضرى Somaclonal variation

٤ - إنتاج النباتات الأحادية ثم الثنائية الأصلية Haploidization

٥ - انقاذ الأجنة فى التهجينات المتباعدة Embryo rescue

٦ - الاكثار الدقيق للنباتات Micropropagation

٧ - كما يمكن تطبيق الطرق الجزيئية Molecular techniques [illegible]

١ - الانتخاب

[illegible] الخلايا التى تنمو داخل الأنبوبة أو فى طبق بترى أو فى دورق Flask [illegible] المستقبل [illegible] تقدم [illegible] لظروف مماثلة لظروف [illegible] هذه الظروف البيئية [illegible] الطفرات النافعة داخل الأنبوبة فتوفر بذلك الوقت والمكان الذى يلزم لغربلة النباتات فى الحقل . فعلى سبيل المثال عندما يزرع قمح فى الحقل فانه يتم زراعة ١٫٨٠٠٫٠٠٠ نبات فى الايكر (١ ايكر = ٤٠٠٠ م) بينما الزراعة فى المعمل فان طبق البترى يمكن أن يحتوى على ٣ - ٥ مليون خلية كل منهم عبارة عن نبات فى المستقبل فان هذا العدد مساوى لعدد نباتات القمح المنزرعة فى ٢ - ٣ ايكر وهذا العدد يساوى أيضا عدد نباتات الذرة المنزرعة فى ١٢٠ - ٢٠٠ ايكر .

وهناك ٣ طرق لإجراء الانتخاب :

١ - زراعة الكالس Callus Culture

٢ - معلق الخلايا Cell suspension

٣ - زراعة البروتوبلاست Protoplast culture

١ - ويتم تكوين الكالس من أى نسيج نباتى (من الورق أو الساق أو الجذر أو من الجنين .. الخ) وهو عبارة عن كتلة من الخلايا الغير متكشفة حيث يتم تكوينه بوضع الجزء النباتى Explant المعقم على بيئة خاصة معقمة (تشمل العناصر الكبرى والصغرى والفيتامينات والسكروز كمصدر للكربون والأجار للتصلب) ويتم الزراعة داخل كابينة معقمة تسمى Laminar Flow Hood وتتم الزراعة فى أنابيب خاصة بغطاء أو فى أطباق تبرى أو فى برطمانات يتم تغطيتها بورق الومنيوم ثم توفر للزراعات ظروف بيئية خاصة أهمها الحرارة فى حدود ٢٥°م ± ٢ واضاءة فى حدود ١٠٠٠ شمعة/قدم وأحيانا حسب المحصول يتم تغيير طول الفترة الضوئية ودرجات حرارة النهار والليل . فتجهز غرف خاصة تسمى Culture rooms أو حضانات خاصة Growth chambers ويتم النقل مرة كل شهر تقريبا وتسمى هذه الفترة من الزراعة حتى النقل بالـ Passage . وبعد فترة يتم تكوين كالس منتج للأجنة الخضرية يسمى Embryogenic callus وهذا الكالس يكون قادر على تكوين نباتات لو توفرت له بيئة خاصة تسمى Regeneration medium .

٢ - ومعلق الخلايا Cell suspension يتم تجهيزه اما من الكالس أو من أى جزء نباتى حيث توضع فى محلول البيئة (بدون أجار) وتهز على هزازات خاصة Shakers بعدد لفات معينة فى الدقيقة فتتفكك الخلايا داخل المحلول مكونة معلق الخلايا ويتم نقل الخلايا من Passage الى آخر كل ١٠ - ١٥ يوم ويمكن بعد ذلك تحويل الخلايا

الى كالاس منتج للأجنة الخضرية بعزل الخلايا وتنميتها على بيئة صلبة خامة ثم تحويل الكالاس الى نباتات كاملة بميديا الـ Regeneration .

٣ - أما زراعة البروتوبلاست فيمكن عملها بازالة جدر الخلايا التى تتكون من السليلوز والهيميسليلوز والبكتين بواسطة انزيمات خاصة أهمها انزيمى الـ Cellulase و Pectolyase فتتحول الخلايا الى بروتوبلاست بدون جدر ولكنها بغشاء رقيق جدا وهذا البروتوبلاست يمكن تنميته مثل معلق الخلايا ثم يمكن اعادة تكوين الجدر ثم تحويل الخلايا الى كالاس منتج للأجنة الخضرية ثم الى نباتات كاملة على بيئة الـ

وفى جميع الطرق السابقة (الكالاس - معلق الخلايا - البروتوبلاست) يمكن تعريض الخلايا لمسبب التقسية مثل التوكسين Toxin المتسبب عن الفطر أو البكتريا المسببة للأمراض أو مسببات الملوحة أو الجفاف ... الخ ، ثم انتخاب الخلايا التى يمكنها أن تعيش فى هذه الظروف واعادة زراعتها على نفس ظروف التقسية لفترة طويلة من الزمن حتى يكون من المؤكد أن الخلايا فعلا طافرة وبالتالى فان النباتات الناتجة منها ستكون هى الأخرى طافرة ومقاومة للـ Stress .

وطريقة الكالاس هى الأكثر وثوقا حيث أن انتاج نباتات يتم بدون مشاكل عن الطريقتين الأخريين (المعلق والبروتوبلاست) .

٢ - ادماج البروتوبلاست Protoplast fusion

(التهجين الخضرى)

تحت ظروف مناسبة يمكن دفع البروتوبلاست لأن يتحد مع بروتوبلاست آخر مكونا توفيقة جديدة من التراكيب الوراثية ويتخلق هجين جديد ثم يمكن دفع البروتوبلاست الجديد Cybrid لتكوين جدار خلوى وليتكاثر

ثم يكون كالاس يمكنه أن يتخلق الى نباتات كاملة . ويمكن استعمال هذا التكنيك لايجاد بروتوبلاستات من نفس النوع أو من أنواع أو اجناس مختلفة . والاشارة فى هذا هو تخليق هجن جديدة بين أنواع أو أجناس لا يمكن تهجينها جنسيا حيث يمكن توليف مجموعتين كروموسوميتين كاملتين مختلفتين داخل جدار خلوى واحد وهذه المجاميع الكروموسومية قد لا تكون متوافقة Incompatible . ولقد نجح العلماء فى ادماج بعض الأنواع المختلفة ولكن المشكلة حتى الآن هى أن البروتوبلاستات الهيجينة بين أنواع بعيدة يكون من الصعب تخليقها الى نباتات كاملة Regeneration . ويمكن ادماج جزء من الـ genome من أحد البروتوبلاستات مع الـ genome الكامل للبروتوبلاست الآخر ، فمثلا الصفات السيتوبلازمية التى يتحكم فيها الـ DNA الموجود فى الكلوروبلاست أو الميتاكوندريا يمكن نقلها منفصلة باستعمال بروتوبلاست معطى Donor أزيلت منه النواة Nucleus .

٣ - التباين الخضرى Somaclonal Variation

توفر زراعة الخلية مصدرا جديدا لم يكن متوقعا من التباين الوراثى genetic diversity ولقد كان يعتقد أن النباتات التى تتخلق من نفس النسيج لابد أن تكون متماثلة تماما ولكن وجد أن كثير من النباتات الناتجة من الخلايا الغير متكشفة تكون مختلفة تماما عن بعضها وعن النبات الأم الذى نشأت منه الزراعة Culture .

وبطريقة غير معروفة فان عملية زرع الخلايا والتحول من حالة متكشفة الى غير متكشفة ثم ثانية الى حالة متكشفة يؤدى الى ايجاد مدى من التباين الوراثى . والسبب الحقيقى لهذا التباين الخضرى Somaclonal variation غير معروف بالرغم من وجود بعض النظريات التى ترجعه لعدة ميكانيكيات تشمل كسر فى الكروموسومات Breakage أو اعادة

الاتحاد reunion أو اعادة ترتيب المادة الوراثيـــة DNA rearrangement أو الطفرات الموضعية Point mutations (احلال قاعدة نيكليوتـديـة محل أخرى) وتتأثر كمية التباين الخفرى بعدة عوامل أهمها طول مدة وجود الخلايا فى المزارع والتركيب الوراثى للنسيج وظروف البيئة . وهى تحـدث فى كثير من المحاصيل مثل الأرز والذرة والقمح والشعير والبطاطس والبرسيم الحجازى والشلجم وأنواع أخرى ويؤثر على العديد من الصفات الزراعيـــة النافعة وتشمل هذه النباتات المقاومة للأمراض والحشرات . ويمكن استغـلال التباينات النافعة منها فى عمليات التربية . والعلماء الآن يحاولـــون استعمال التباين الخفرى فى تحسين المحاصيل حيث تشمل هذه التباينـــات مقاومة مبيدات الحشائش والمقاومة للأمراض وطبيعة النمو ومقاومة الحرارة أو حموضة التربة ... الخ .

٤ - انتاج النباتات الأحادية من المتوك أو حبوب اللقاح ثم مضاعفتهـــا

يمكن عن طريق زراعة المتوك أو حبوب اللقاح فى أطوار معينـــة مـــن النمو أن تتكون أجنة خفرية وهذه عن طريق تنميتها على بيئات خاصة تكويـن نباتات أحادية المجموعة الكروموسومية بمعاملتها بالكولشيسن بتركيز معين ولمدة معينة الحصول على نباتات ثنائية أصيلة لجميع أزواج العوامـــل الوراثية Homozygous diploids ويمكن بهذه الطريقة الحصول على سلالات نقية Pure lines من المحاصيل ذاتية الاخصاب بعد اجراء التهجين بين الأبوين مباشرة أو على سلالات مرباه داخليـــا inbred lines فى المحاصيل خلطية الاخصاب فى خلال فترة قصيرة جدا لاتتعدى سنة واحدة وقد أمكن انتاج سلالات بهذه الطريقة فى الذرة الشاميـــة والأرز والقمح فعلا فى الصين وبعض الدول الأخرى ودخلت فى التطبيق الفعلى ســـواء كآباء لهجن الذرة أو أصناف زراعية استعملت على النطاق التجارى .

٥ - انقاذ الأجنة Embryo rescue

فى بعض الهجن المتباعدة قد يفشل التهجين نتيجة اختلاف أعداد وأنواع الكروموسومات بين الآباء وحدوث عدم اتزان الجنين والاندوسرم .. وقد أمكن بطرق زراعة الأنسجة بتر الأجنة الصغيرة جدا (بعد حدوث التهجين بأيام قليلة) ثم تنميتها على بيئة مناسبة وتحت ظروف بيئية معينة لحين الحصول على النبات الكامل مباشرة .

٦ - الاكثار الخضرى الدقيق للنباتات Micropropagation

عندما يحصل مربى النباتات على نبات به صفات مرغوبة ويرغب فى اكثار هذا النبات ليحصل على كمية مناسبة من البذور لتوزيعها كصنف فان ذلك الاكثار قد يأخذ فترة طويلة بالطرق العادية بينما يمكن استعمال زراعة الانسجة وأخذ أجزاء خضرية صغيرة من أماكن مختلفة من النبات المنتخب وزراعتها ودفعها لتكوين نباتات مباشرة أو من الكالاس الناتج من الزراعة يمكن المربى فى خلال فترة قصيرة انتاج ملايين من النباتات التى تحمل نفس التركيب الوراثى وبذلك يتم تقصير فترة انتاج الصنف الجديد ... ويمكن باستعمال الاكثار الخضرى الدقيق للمرستيم القمى للنباتات خضرية التكاثر مثل الفراولة والبطاطس والموز انتاج نباتات خالية من الفيروس الذى يشكل مشكلة كبيرة لهذه النباتات حيث يعرض هذا الجزء لحرارة مرتفعة لقتل الفيروس ثم يتم زراعة وانتاج النباتات الخالية من الفيروس .

٧ - كأداة لتطبيق طرق نقل الجين

(الهندسة الوراثية)

تعتبر طريقة زراعة البروتوبلاست وتخليق النباتات منه أساس للمشتغل فى الـ Molecular biology (الهندسة الوراثية) فى التعامل مع

البروتوبلاست واعادة تركيب جدره بعد نقل الجين الجديد اليه ثم تخليق النباتات منه .. وهى عملية ما زالت صعبة ولم تتحقق الا فى عدد قليل جدا من المحاصيل ويعتقد أنه سوف يتم النجاح فى تخليق النباتات من البروتوبلاست فى خلال السنين القليلة القادمة .

* * *